И.Б.ГОРДИЙЧУК

советская киносъемочная аппаратура

И.Б.ГОРДИЙЧУК советская киносъемочная аппаратура

И. Б. Гордийчук

СОВЕТСКАЯ КИНОСЪЕМОЧНАЯ АППАРАТУРА

Издательство «Искусство»
Москва, 1966

6П97
Г48

В книге рассмотрены принципы построения основных элементов киносъемочных аппаратов, их особенности и работа. Описаны новейшие киносъемочные аппараты профессионального назначения, выпускаемые отечественной промышленностью для съемки обычных, широкоэкранных, широкоформатных и панорамных фильмов.

Значительное место уделено киносъемочным объективам, рассмотрены их свойства и особенности. Подробно описаны методы и приборы контроля киносъемочной аппаратуры и оптики.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников, операторов кино- и телестудий, студентов киновузов, научных и других работников, использующих киносъемки как метод исследования или документации. Она может оказаться также полезной для любительских киностудий, применяющих для съемок 35-*мм* кинопленку.

* * *

Отзывы о книге просим направлять по адресу: Москва, И-51, Цветной бульвар, 25, издательство «Искусство», редакция литературы по фотографии и кинотехнике.

3-21-2
279-65

ПРЕДИСЛОВИЕ

Последнее десятилетие в развитии советской кинематографии характеризовалось значительным увеличением производства фильмов и появлением целого ряда новых кинематографических систем.

В 1955 г. на экранах страны была показана первая программа из двух цветных широкоэкранных фильмов —«Под солнцем юга» (автор-оператор И. Гутман) и «В чудесном городе» (режиссер И. Копалин),—снятых Центральной студией документальных фильмов.

В 1957 г. вышел первый панорамный фильм «Широка страна моя...» (режиссер Р. Кармен), производство которого было осуществлено на Московской студии научно-популярных фильмов, а в 1961 г. зрители увидели первую художественную кинокартину «Опасные повороты» (режиссер Ю. Кун), поставленную на Таллинской студии по методу кинопанорамы.

В 1959 г. по методу круговой кинопанорамы Центральной студией документальных фильмов и киностудией «Союзмультфильм» была снята картина «Дорога весны» (режиссеры В. Катанян и Л. Махнач).

В 1960 г. киностудией «Мосфильм» был выпущен первый широкоформатный художественный фильм «Повесть пламенных лет» (режиссер Ю. Солнцева).

За этот период системы широкоэкранного и широкоформатного кинематографа стали массовыми и все шире применяются при постановке фильмов на многих студиях страны.

Развитие новых систем кинематографа и существенное расширение производства фильмов было бы невозможно без создания разнообразных технических средств и в первую очередь киносъемочной аппаратуры и оптики.

Развивающееся советское киноискусство выдвигало все новые и новые требования к технике для съемки фильмов, а появление новых технических средств, в свою очередь, расширяло изобразительные и художественные возможности кинематографии.

Решение больших и сложных научно-технических задач, связанных с переоснащением кинематографии новой киносъемочной техникой, оказалось возможным благодаря сосредоточению на их решении усилий многих организаций и в первую очередь Всесоюзного научно-исследовательского кинофотоинститута (НИКФИ), Ленинградского института киноинженеров (ЛИКИ), Ленинградского (ЦКБ) и Московского (МКБК) конструкторских бюро, киностудий «Мосфильм», «Ленфильм», Киевской студии им. А. П. Довженко, Центральной студии документальных фильмов, Московской студии научно-популярных фильмов и ряда других, а также специализированных заводов — объединения «Москинап», выпускающего большинство типов киносъемочной аппаратуры, и Ленинградского объединения оптико-механических предприятий (ЛООМП), организовавшего производство киносъемочной оптики.

Работы в области создания новой киносъемочной аппаратуры были сосредоточены главным образом в МКБК и НИКФИ, а по разработке специальной киносъемочной оптики — в ЦКБ и ЛИКИ.

В настоящее время промышленностью выпускается большое количество киносъемочных аппаратов различного назначения для съемки обычных, широкоэкранных, широкоформатных и панорамных фильмов.

Автор сделал попытку дать описание и краткую характеристику основных технических и эксплуатационных показателей, а также конструктивных особенностей киносъемочных аппаратов отечественного производства. В книге рассмотрены принципы действия и наиболее часто встречающиеся конструктивные решения отдельных узлов, элементов и механизмов аппаратов, а также методы и приборы контроля съемочных аппаратов и объективов.

Глава первая

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И РАБОТЫ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КИНОСЪЕМОЧНЫХ АППАРАТОВ

Любой киносъемочный аппарат позволяет осуществлять последовательную съемку следующих друг за другом отдельных изображений, каждое из которых фиксирует снимаемый объект в определенный момент времени. Съемка отдельных изображений (кадров) производится с теми или другими определенными интервалами времени. Количество кадров, снимаемых в секунду, называется частотой киносъемки. Для обычных звуковых фильмов за нормальную принята частота съемки 24 *кадр/сек.* Однако для получения ряда эффектов некоторые виды съемок производятся с частотой от одного кадра в несколько часов до сотен миллионов кадров в секунду.

Для получения максимальной резкости изображения экспонирование каждого отдельного кадра должно производиться при взаимно-неподвижном положении оптического изображения, даваемого объективом, и светочувствительной поверхностью пленки. Принципиально это условие может обеспечиваться двумя путями: экспонированием неподвижного изображения на неподвижную пленку и экспонированием на равномерно передвигающуюся пленку оптического изображения объекта съемки, которое само перемещается в направлении движения пленки с равной ей скоростью. Этот способ используется главным образом в аппаратах для скоростных съемок, применяемых при научных исследованиях для фиксации быстропротекающих процессов, и достигается применением специальных оптических устройств, называемых системами оптического выравнивания.

В профессиональной кинематографии в настоящее время находят применение только аппараты, построенные по первому

принципу, обеспечивающие экспонирование изображения на неподвижной пленке.

Аппараты этого типа имеют механизмы транспортирования пленки, обеспечивающие ее равномерное и непрерывное продвижение на всем пути, кроме фильмового канала, в котором пленка продвигается отдельным механизмом скачкообразно, каждый раз точно на один кадр, с остановками на время экспонирования. При этом работа механизмов непрерывного и прерывистого продвижения пленки так согласована между собой, что средняя

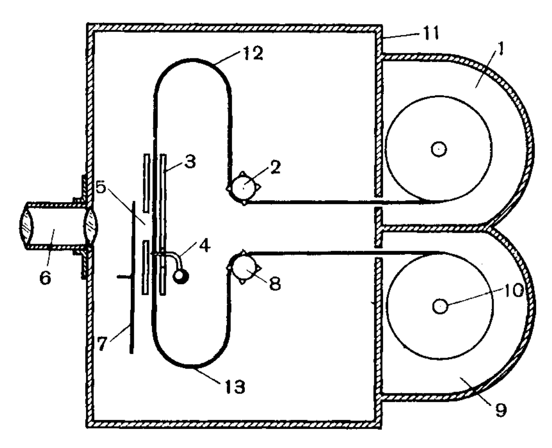


Рис. 1. Принципиальная схема киносъемочного аппарата с прерывистым продвижением пленки

скорость, сообщаемая ей механизмом скачкообразного продвижения, всегда равна скорости ее непрерывного транспортирования.

С механизмом прерывистого продвижения пленки так же строго согласована работа обтюратора — светового затвора, допускающего попадание света на пленку из съемочного объектива только во время ее неподвижного положения и регулирующего продолжительность экспонирования. На время продвижения пленки в фильмовом канале обтюратор перекрывает световой поток, чем обеспечивается получение резкого — несмазанного изображения в каждом отдельном кадре.

Механизмы транспортирования и обтюратор так соединены между собой, что обеспечивается взаимное согласование их работы, вне зависимости от частоты съемки или скорости движения пленки в аппарате. Во избежание засветки все элементы тракта, по которым проходит пленка, защищены от попадания постороннего света корпусом аппарата и кассет.

На рис. 1 приведена принципиальная схема киносъемочного аппарата с прерывистым продвижением пленки в фильмовом канале.

Запас смотанной в рулон неэкспонированной пленки помещается в светонепроницаемой подающей кассете *1*, из которой она постепенно и равномерно вытягивается непрерывно вращающимся зубчатым барабаном *2*. После барабана пленка подается в фильмовый канал *3*, в котором она перемещается грейфером *4* скачкообразно с шагом, равным одному кадру. В фильмовом канале пленка проходит мимо кадрового окна *5*, где производится экспонирование построенного объективом *6* оптического изображения снимаемого объекта. На время продвижения пленки в фильмовом канале световой поток, идущий из объектива, перекрывается обтюратором *7*. После выхода из канала пленка поступает на второй зубчатый барабан *8*, ограничивающий ее поступление в приемную кассету *9*, и сматывается в рулон на наматывающий пленку сердечник *10* приемной кассеты, приводимый в движение от механизма аппарата при помощи фрикционной передачи того или другого типа.

Элементы механизма, транспортирующие пленку на всем пути ее движения в аппарате, помещены в светонепроницаемом корпусе *11*. Для обеспечения нормальной работы грейфера между зубчатыми барабанами и фильмовым каналом при зарядке пленки устанавливаются свободные петли *12* и *13* определенной величины, компенсирующие разницу в скорости продвижения пленки грейфером и механизмом равномерного транспортирования в отдельные моменты.

Приведенной схеме с незначительными отклонениями отвечают практически все киносъемочные аппараты с прерывистым продвижением пленки. Однако схема определяет только принцип построения аппарата, но не его индивидуальные свойства, зависящие от особенностей конструкции и технических показателей отдельных элементов.

В зависимости от назначения аппарата к его узлам и механизмам предъявляются те или другие требования, определяющие их конструктивные решения.

Для обеспечения нормальной работы аппарата и удобства его использования он должен иметь кроме узлов, показанных на схеме, еще целый ряд устройств и механизмов, служащих для привода в движение, управления, регулирования и контроля в процессе съемки.

Самостоятельными элементами аппарата являются съемочные объективы, от свойств которых в значительной степени зависят характер и качество получаемого при съемке фотографического изображения.

Встречающиеся наиболее часто в практике конструктивные решения отдельных элементов, их особенности, взаимодействие и влияние на технические и эксплуатационные показатели киносъемочных аппаратов рассмотрены ниже в соответствующих разделах этой главы.

Справочные сведения, позволяющие сопоставить технические показатели отдельных узлов киносъемочных аппаратов различных типов, приведены в конце книги в виде сводных таблиц.

I. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КИНОСЪЕМОЧНЫХ АППАРАТОВ

Современный киносъемочный аппарат состоит из большого количества отдельных механизмов и узлов, обеспечивающих его работу и получение тех специфических технических показателей, которые определяются его назначением.

Большинство этих элементов конструктивно связано и взаимодействует между собой, однако для удобства рассмотрения их можно разделить на следующие группы:

механизмы непрерывного транспортирования пленки,
грейферные механизмы,
фильмовые каналы,
фрикционные наматыватели и кассеты,
обтюраторы,
приводы механизмов,
устройства для наводки объективов на фокус,
визирующие устройства для определения границ кадра,
светозащитные бленды.

1. Механизмы непрерывного транспортирования пленки

По характеру хода пленки киносъемочные аппараты могут быть разделены на две группы. К первой, наиболее распространенной, относятся конструкции, предусматривающие прохождение пленки на всем пути от подающей кассеты до приемной с сохранением положения оси пленки в одной плоскости. Ко второй группе относятся аппараты, в которых пленка на отдельных участках пути переводится в другие плоскости, параллельные плоскости первоначального движения.

Аппараты с движением пленки в одной плоскости отличаются простотой зарядки и конструкции лентопротяжного механизма, но имеют большие габариты из-за необходимости применения наружных кассет, расположенных вне общего корпуса аппарата. Вторая система, с переводом пленки из одной плоскости в другую, позволяет создать более компактную конструкцию с внутренними кассетами, но приводит к усложнению лентопротяжного механизма, а следовательно, и всего аппарата. Кроме того, зарядка таких аппаратов пленкой всегда усложнена. Вследствие этого многоплоскостное транспортирование пленки в аппаратах для профессиональных целей используется редко. Из всех выпускаемых в настоящее время в СССР киносъемочных аппаратов

только в камере «Родина» применена схема движения пленки в трех плоскостях.

На рис. 2 приведена схема прохождения пленки в лентопротяжном механизме киносъемочного аппарата с одноплоскостным движением. Как видно, один зубчатый барабан одновременно обеспечивает равномерное вытягивание пленки из подающей

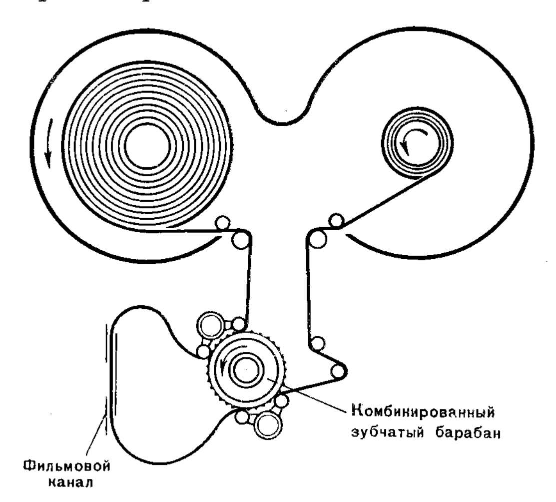


Рис. 2. Схема прохождения пленки в киносъемочном аппарате с одним зубчатым барабаном

кассеты и ограничивает поступление ее в приемную. Такой барабан, имеющий соответствующий профиль зуба и выполняющий одновременно две функции, называют комбинированным. Он же позволяет сохранить постоянной установленную при зарядке величину свободных петель пленки в зоне фильмового канала, что необходимо для нормальной работы грейфера.

Разновидностью этой схемы служит схема одноплоскостного киносъемочного аппарата с двумя зубчатыми барабанами (рис. 3). Она отличается тем, что функции вытягивания пленки из подающей кассеты и ограничение поступления ее в приемную кассету разделены между отдельными зубчатыми барабанами. Вследствие этого пленка не входит в зацепление дважды с одним и тем же барабаном, что позволяет у первого барабана применять зубья с профилем, соответствующим работе в режиме вытягивания пленки, а у второго — торможения, задерживания пленки, протягиваемой наматывателем приемной кассеты. Наличие отдельных барабанов между подающей кассетой и входом в фильмовый канал и между выходом из него и приемной кассетой позволяет конструктору выбрать наиболее рациональное место их расположения относительно других элементов лентопротяжного тракта

аппарата и, тем самым, обеспечить более благоприятный ход пленки на всем пути движения.

На схеме рис. 4 показан ход пленки в аппарате с трехплоскостным транспортированием при двух зубчатых барабанах. При наличии двух барабанов вход пленки в фильмовый канал и выход из него происходит с петли, переводящей ее из одной плоскости в другую, вследствие чего пленка в зоне фильмового канала испытывает некоторые боковые перекашивающие усилия, и правильность ее положения обеспечивается только направляющими самого канала.

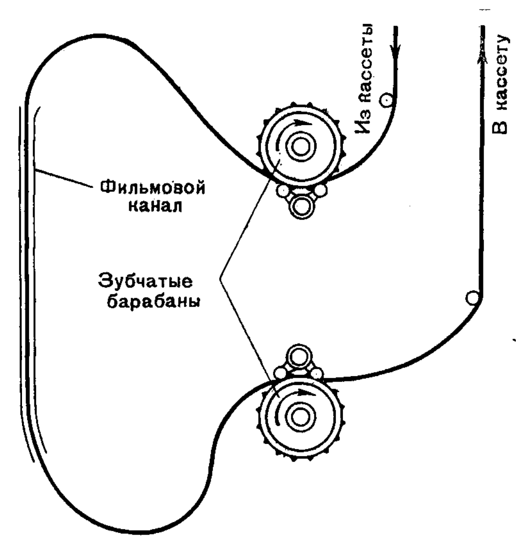


Рис. 3. Схема хода пленки в аппарате с двумя зубчатыми барабанами

От указанного недостатка свободны лентопротяжные механизмы с трехплоскостным движением пленки, имеющие четыре зубчатых барабана, как в аппарате «Родина». В этом случае петли, переводящие пленку из одной плоскости в другую, до и после фильмового канала, ограничены каждая с обеих сторон зубчатыми барабанами, что обеспечивает вход и выход пленки без боковых смещений и точное положение ее в фильмовом канале. Однако такая схема транспортирования приводит к значительному усложнению как механизма аппарата, так и зарядки его пленкой, вследствие чего она не нашла широкого применения.

В киносъемочных аппаратах с одним зубчатым барабаном последний всегда имеет бóльший диаметр и, следовательно, большее количество зубьев, так как пленка заходит на него дважды и каждый раз на отдельном участке окружности барабана должно обеспечиваться зацепление с зубьями определенного количества перфораций. Такой комбинированный зубчатый барабан большей частью имеет 32 зуба и, соответственно, при частоте съемки 24 *кадр/сек* делает 180 *об/мин* в аппаратах, где грейферный механизм передвигает пленку на четыре перфорации. При съемке широкоформатных фильмов с шагом кадра 5 перфораций используется барабан с 40 зубьями при 180 *об/мин*.

Необходимое зацепление пленки с зубчатыми барабанами достигается применением специальных прижимных кареток, имеющих большей частью по два вращающихся ролика. Ролики кареток прижимают пленку к зубчатому барабану на строго определенном участке его окружности, обеспечивая зацепление перфораций пленки с нужным количеством зубьев барабана. Форма роликов кареток такова, что они соприкасаются с поверхностью пленки только на участке перфорационных дорожек, что исключает возможность повреждения пленки в местах расположения изображения.

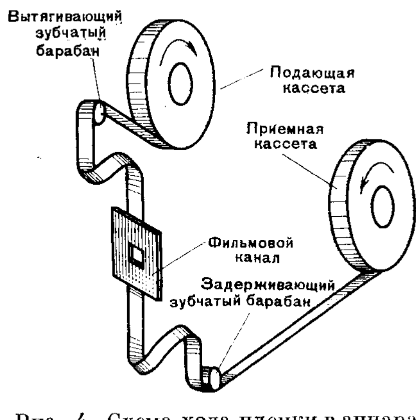


Рис. 4. Схема хода пленки в аппарате с трехплоскостным транспортированием и двумя зубчатыми барабанами

На рис. 5 показано расположение прижимных кареток относительно зубчатого барабана. Весь механизм кареток регулируется таким образом, что ролики фактически не прижимают пленку к зубчатому барабану, а только не позволяют ей выйти из зацепления, сохраняя минимальный зазор между бортами роликов, барабаном и пленкой. При зарядке прижимные каретки отводятся от барабана, и пока они не возвращены в рабочее положение, крышка аппарата не закрывается, а следовательно, он не может быть включен, так как в этом случае блокировочное устройство исключает возможность подачи напряжения на электродвигатель привода.


Рис. 5. Комбинированный зубчатый барабан с прижимными каретками

На некоторых участках движения пленки в аппарате устанавливаются свободно вращающиеся ролики, служащие для принудительного направления ее по заданному пути, или для ограничения возможности свободного перемещения пленки при изменении величины петли и степени натяжения наматывателем приемной кассеты. Такие ролики тоже имеют форму, допускающую соприкосновение с пленкой только на ее нерабочих участках. Для устранения возможности захвата пленки и намотки на зубчатый барабан применяются так называемые с ъ е м н и к и, которые располагаются сразу после выхода ее из-под последнего по ходу ролика прижимной каретки и не дают возможности зацепления перфораций пленки с бóльшим количеством зубьев барабана, чем предусмотрено конструкцией каретки. При нормальном

ходе пленка не соприкасается со съемником, и он вступает в действие только в случаях, если она, по каким-либо причинам, не сходит с зубчатого барабана в установленном месте.

Для исключения возможности продолжения съемки при окончании пленки или обрыве в лентопротяжном механизме аппарата между зубчатым барабаном и приемной кассетой устанавливается гладкий свободно вращающийся ролик, крепящийся на подвижном подпружиненном рычаге. При нормальном натяжении пленки наматывателем приемной кассеты этот ролик находится в крайнем положении, соответствующем замкнутому состоянию блокировочных контактов, связанных с подвижным рычагом. В случае окончания пленки в подающей кассете или ее обрыве воздействие пленки на ролик прекращается и пружина перемещает его в противоположное крайнее положение, размыкая одновременно контакты блокировки, и этим выключает питание электродвигателя привода. Неисправность работы наматывателя приемной кассеты также вызывает ослабление натяжения пленки между зубчатым барабаном и наматывателем, а следовательно, перемещение ролика подпружиненным рычагом и размыкание блокировочных контактов. Отсутствие такой защиты в некоторых конструкциях киносъемочных аппаратов часто приводит к поломкам механизма при неисправности наматывателя приемной кассеты, вследствие накопления в корпусе аппарата большого количества пленки.

В большинстве конструкций съемочных аппаратов имеется также блокировка, исключающая возможность включения при незакрытых прижимных каретках и неправильном положении фильмового канала или его задней рамки. Конструктивно этот вид защиты большей частью достигается при помощи устройства на ручках кареток и фильмовом канале специальных выступающих штифтов, которые не позволяют закрыть крышку аппарата при неправильном положении. Сама же крышка только при полном закрывании обеспечивает необходимое замыкание соответствующей контактной пары в цепи общей электрической блокировки аппарата.

2. Грейферные механизмы

Одним из наиболее важных элементов любого киносъемочного аппарата является механизм прерывистого транспортирования пленки в фильмовом канале. От его конструкции и качества работы зависят точность положения изображения — стояние кадра, максимально допустимый угол открытия обтюратора и наибольшая частота съемки.

Для прерывистого продвижения пленки служат грейферные и мальтийские механизмы. Последние используются главным

образом в кинопроекционных и частично в кинокопировальных аппаратах.

В профессиональной киносъемочной аппаратуре применяются исключительно грейферные механизмы. Их принципиальная особенность в том, что во время работы аппарата все элементы механизма находятся в непрерывном движении, а зубья грейфера, перемещаясь по замкнутой траектории, только периодически входят в перфорации пленки. Основная задача грейферного механизма — продвижение пленки в фильмовом канале на строго

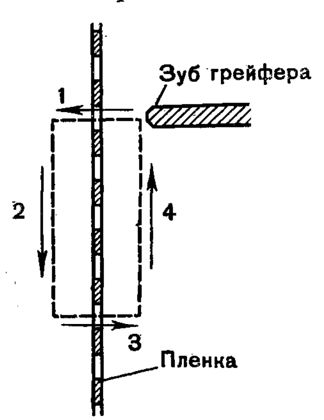


Рис. 6. Идеализированная траектория движения зуба грейфера

Рис. 7. Траектория движения зуба грейфера

определенную величину, равную шагу кадра, и остановка ее всегда точно в одинаковом положении по отношению к кадровому окну. Чем более точно обеспечивается постоянство положения пленки, тем лучше устойчивость киноизображения, тем лучше стояние кадра.

Цикл работы грейферного механизма состоит из периода продвижения пленки и периода возврата в исходное положение. Продолжительность T всего цикла по времени зависит от частоты съемки и равна:

$$T = \frac{1}{n},$$

где n — частота съемки или количество кадросмен в секунду. Время T одного цикла — сумма времени, затрачиваемого грейферным механизмом на выполнение отдельных фаз движения, составляющих цикл.

На рис. 6 показана идеализированная траектория движения зуба грейфера, протягивающего пленку. Весь цикл может быть разделен на четыре фазы: вход зуба в перфорации пленки (по стрелке *1*), протягивание пленки на шаг кадра (по стрелке *2*),

выход зуба из перфорации (по стрелке *3*) и возврат в исходное положение (по стрелке *4*). При указанной на рисунке форме траектории все четыре фазы четко разделяются.

В практически применяемых грейферных механизмах траектории движения зуба, протягивающего пленку, являются замкнутыми кривыми с относительно плавным переходом от одной фазы движения к другой, что до известной степени скрадывает четкую границу между ними. На рис. 7 показана действительная траектория движения зуба одного из грейферных механизмов.

Из всего цикла для экспонирования может быть использован только тот период, когда пленка находится в совершенно неподвижном положении, т. е. от момента выхода зуба грейфера из зацепления с пленкой до начала вхождения его в перфорации. К этому периоду относится фаза обратного хода *4* и, в зависимости от характера траектории, часть фаз *1* и *3* на участках, где зуб грейфера не соприкасается с пленкой и, следовательно, не может нарушить ее неподвижность.

Величина T является исключительно функцией частоты съемки, а относительная продолжительность отдельных фаз движения зависит только от конструкции грейферного механизма, поэтому удобнее пользоваться угловым выражением продолжительности фаз, приняв, что один оборот вала грейфера на 360° соответствует полному циклу, проходящему за одну кадросмену. Такое положение вполне допустимо, так как у всех грейферных механизмов это условие выполняется. Редкое исключение составляют только грейферные механизмы с холостым ходом, у которых одному циклу соответствует несколько оборотов вала, но они используются в аппаратах, предназначенных для специальных видов съемок, и в профессиональной кинематографии не применяются.

Приняв $T = 360°$, можно выразить в градусах и продолжительность соответствующих отдельных фаз, что удобно, так как нас, в основном, интересует соотношение их длительности, а не абсолютная продолжительность. Конструкторы всегда стремятся предельно увеличить возможное время экспонирования, а следовательно, связанную с ним продолжительность периода неподвижного положения пленки, но это обычно достигается компромиссным путем за счет ухудшения других свойств грейферного механизма. По этой причине в профессиональной киносъемочной аппаратуре предельный угол, соответствующий периоду неподвижного положения пленки, не превышает 180—200°, и только в отдельных специальных аппаратах (например, для съемки с экрана кинескопа) он больше этой величины. Напомним, что угол, соответствующий периоду неподвижности пленки, не следует отождествлять с углом открытия обтюратора, который всегда несколько меньше.

Устойчивость киноизображения на экране, помимо ряда других причин, не связанных с процессом съемки, определяется точностью положения пленки относительно кадрового окна аппарата при экспонировании следующих друг за другом кадров. Из этого вытекает, что конструкции грейферного механизма и фильмового канала должны обеспечивать установку пленки перед началом экспонирования точно в одинаковом положении для всех последовательно снимаемых кадров. В аппаратах, не имеющих контргрейфера, это обеспечивается тем, что пленка в фильмовом канале проходит с постоянным трением, создаваемым пружинным прижимом задней рамки, достаточным для ее затормаживания, а зубья грейфера выходят из перфораций только после полного окончания движения пленки. При этом не должно быть так называемого п и л е н и я, т. е. нажима зуба на край перфорации, которое может вызвать смещение пленки с установленного положения. Постоянство положения пленки в горизонтальном направлении достигается наличием бокового прижима в фильмовом канале или применением неподвижных направляющих значительной длины при минимальном зазоре. Таким образом, грейфер определяет правильность положения пленки в направлении ее движения, а конструкция фильмового канала устраняет возможность поперечных смещений.

В различных грейферных механизмах транспортирование пленки осуществляется разным количеством зубьев. В легких ручных киносъемочных аппаратах большей частью применяются однозубые односторонние грейферы; в более сложных — двухсторонние двух- и четырехзубые, входящие в симметрично расположенные перфорации с обеих сторон пленки. В аппаратах, предназначенных для съемок с повышенной частотой, почти исключительно применяются двухсторонние грейферы с четырьмя зубьями.

Аппараты без контргрейферов обеспечивают точность стояния кадра в пределах 0,02 *мм*, что является достаточным для многих случаев киносъемки. Когда такая величина постоянства положения изображения оказывается недостаточной, применяются аппараты с контргрейферами. Обеспечиваемая ими точность составляет 0,008—0,01 *мм*.

Принцип работы контргрейфера заключается в том, что в две перфорации, расположенные на одном уровне по обеим сторонам пленки, сразу же после окончания ее продвижения грейфером, вдвигаются два фиксирующих штифта — зуба контргрейфера. Они совершают только возвратно-поступательное движение перпендикулярно плоскости пленки и сохраняют неизменным свое положение относительно кадрового окна. (В отдельных конструкциях аппаратов зубья контргрейфера неподвижны и пленка надевается на них соответствующим перемещением фильмового канала.) Форма зубьев контргрейфера такова, что при недостаточно точной установке пленки после передвижения грейфером они несколько смещают ее, доводя точно до нужного положения как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

На рис. 8 показано типичное расположение зубьев контргрейфера и их форма. Как видно, один из двух зубьев (левый на рисунке) заполняет перфорацию как по высоте, так и по ширине, а правый — только по высоте. Зуб, заполняющий перфорацию в обоих направлениях, находится у базового края пленки и своим горизонтальным сечением исключает возможность неправильного ее положения в этом направлении. Заполнение перфораций по вертикали обоими зубьями определяет постоянство положения в вертикальном направлении и предохраняет от возможных перекосов. То, что второй зуб является заполняющим только по высоте, делает всю систему фиксации положения пленки менее критичной к ее усадке.

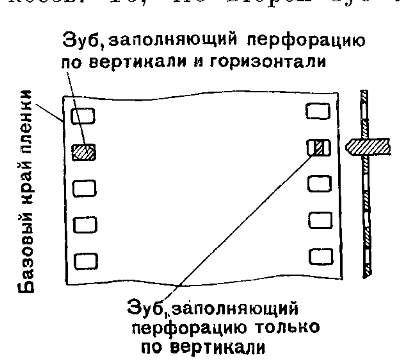


Рис. 8. Фиксация положения пленки зубьями контргрейфера

Наличие у зубьев контргрейфера конической части, которая первой входит в перфорации пленки, позволяет постепенно сместить ее в нужном направлении для установки в правильное положение. Зубья контргрейфера изготавливаются с большой точностью, и их размеры всегда несколько превышают размеры перфорационных отверстий (в направлении заполнения) с тем, чтобы они входили с некоторым усилием, не вызывая, однако, остаточных деформаций. Работа механизма, перемещающего зубья контргрейфера, строго согласовывается с работой грейфера. Вхождение фиксирующих зубьев в отверстия должно производиться только после окончания движения пленки, но возможно быстрее, так как это происходит за счет сокращения периода, используемого для экспонирования. Выход зубьев из перфорационных отверстий должен осуществляться после конца экспонирования кадра, ибо всякое движение может нарушить неподвижность пленки.

Расположение фиксирующих зубьев контргрейфера относительно зубьев грейфера, протягивающих пленку, также не является безразличным. Учитывая возможность усадки, вызывающей изменение расстояний между перфорациями по сравнению с нормой, выгоднее располагать зубья контргрейфера так, чтобы они входили в отверстия, находящиеся возможно ближе к тем, за которые протягивает пленку грейфер. В этом случае влияние усадки будет минимальным.

В зависимости от общих требований, предъявляемых к тому или другому киносъемочному аппарату, определяются и требования к его грейферному механизму, а следовательно, и его конструкции. В профессиональной аппаратуре большей частью используются сложные грейферные механизмы, обеспечивающие

лучшую устойчивость изображения. В аппаратуре, выпускаемой в СССР, грейферные системы без контргрейфера находят применение только в ручных аппаратах хроникального типа, у которых допустима неустойчивость изображения до 0,02 *мм*. В аппаратах, используемых для синхронных, комбинированных и других съемок, применяются исключительно грейферные механизмы с контргрейферами, обеспечивающие устойчивость изображения 0,008—0,01 *мм* в вертикальном и горизонтальном направлениях.

В аппаратах для синхронных съемок грейферные механизмы кроме указанных выше общих требований должны удовлетворять условию минимального уровня шума во время работы. При этом общий уровень определяется шумом самого механизма и шумом, создаваемым пленочной петлей. Величина первого зависит от конструкции механизма, а второго — от характера ускорения пленки при ее транспортировании и формы петли перед фильмовым каналом. С точки зрения получения минимального уровня шума грейферный механизм не должен иметь зубчатых передач и других сочленений со свободными зазорами, а также элементов, претерпевающих резкие ускорения во время работы. Характер траектории движения зуба грейфера должен обеспечивать плавное ускорение пленки в начале движения и постепенное замедление до полной остановки в конце.

Существенное влияние на общий уровень шума грейферного механизма вместе с пленкой имеет ее усадка. В результате уменьшения против нормы расстояний между перфорациями зуб грейфера, входя в отверстие, начинает движение в направлении транспортирования пленки до соприкосновения с перфорационной перемычкой и входит в контакт с ней уже при значительной скорости, что сопровождается ударом. Для устранения этого вредного явления целесообразно применять грейферные механизмы с изменяемым в некоторых пределах шагом, который может регулироваться соответственно степени усадки применяемой пленки. Опыт практического использования таких механизмов показал, что при соответствующей регулировке удается добиться весьма значительного снижения общего уровня шума аппарата.

По принципу построения грейферные механизмы могут быть разделены на две группы — кулачковые и кривошипные. Каждая из этих групп, в свою очередь, включает ряд разновидностей. По траектории движения зуба, транспортирующего пленку, грейферы делятся на имеющие прямолинейную и криволинейную формы траекторий. Первые находят применение главным образом в киносъемочных аппаратах с подвижным фильмовым каналом прямолинейной формы и неподвижными зубьями контргрейфера, вторые — в аппаратах с фильмовыми каналами изогнутой формы и подвижными контргрейферами.

Многообразие грейферных механизмов обусловливается специфическими требованиями, предъявляемыми к киносъемочным

аппаратам различного назначения и, в ряде случаев, особенностями их конструктивного решения. Не ставя перед собой задачу рассмотрения и классификации всех видов грейферных механизмов, приведем описание нескольких типичных кинематических решений, чаще других встречающихся в профессиональной киносъемочной аппаратуре.

Грейферный механизм кривошипно-шатунного типа с качающейся кулисой

В аппаратах для синхронных съемок к грейферному механизму предъявляется два основных требования — минимальный уровень шума и обеспечение высокой степени точности положения изображения. При этом механизм, как правило, используется только

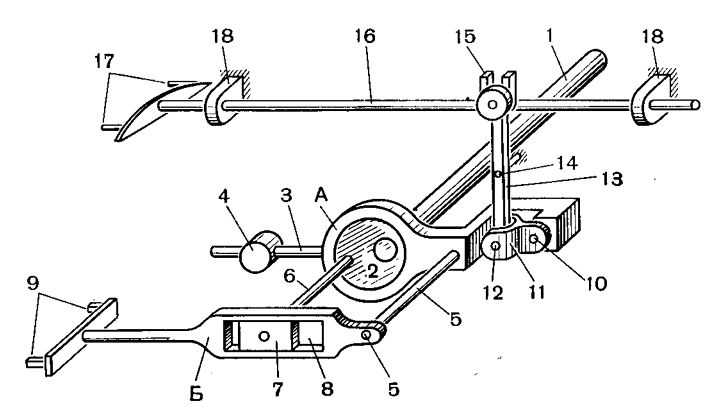


Рис. 9. Конструктивная схема грейферного механизма кривошипно-шатунного типа с качающейся кулисой и контргрейфером

при одной постоянной частоте съемки 24 *кадр/сек.* В результате длительного практического опыта и экспериментальных исследований был выработан определенный тип грейферного механизма с контргрейфером, наиболее полно удовлетворяющий указанным требованиям. С теми или другими конструктивными изменениями он чаще других применяется в различных типах аппаратов для синхронных съемок.

На рис. 9 и 10 приведены упрощенная конструктивная и принципиальная кинематическая схемы грейферного механизма, относящегося к типу кривошипно-шатунных с качающейся кулисой. Привод механизма осуществляется от основного вала *1*, вращающегося в неподвижных подшипниках, количество оборотов которого равно частоте съемки. Вал через эксцентрично посаженный на нем кривошип *2* приводит в движение шатун *А*, направляющий хвостовик *3* которого свободно скользит в отверстии неподвижной,

но свободно поворачивающейся вокруг своей оси опоры *4*, закрепленной на основании механизма. Шатун *А* шарнирно соединен с кулисой *Б* в точке *5*, которая при вращении приводного вала *1* описывает траекторию, близкую к эллиптической. Одновременно эксцентрично посаженный на кривошипе *2* палец *6*, имеющий меньший и смещенный на 180° эксцентриситет относительно наружной части кривошипа, вращается в отверстии прямоугольной направляющей пластинки *7*, перемещающейся в пазу *8* кулисы *Б*.

На левом конце кулисы *Б* помещена вилка с зубьями грейфера *9*, входящими в перфорации пленки и осуществляющими ее продвижение. При этом концы зубьев совершают движение по траектории, показанной пунктиром на кинематической схеме. Там же пунктиром нанесены траектории движения нескольких

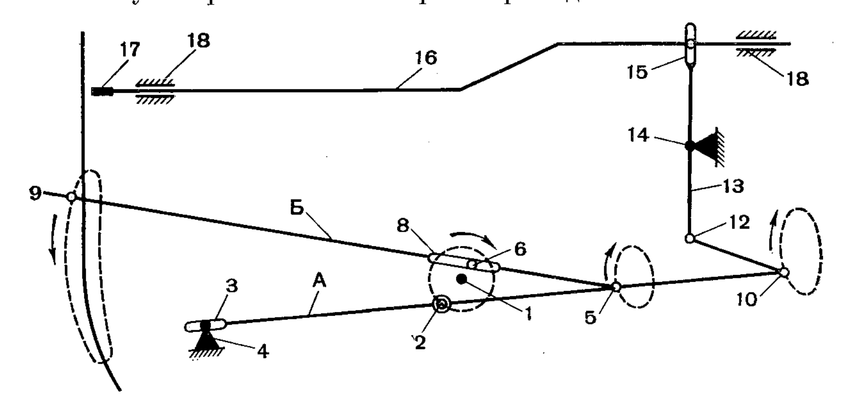


Рис. 10. Кинематическая схема грейферного механизма кривошипно-шатунного типа с качающейся кулисой и контргрейфером

других характерных точек грейферного механизма. Так как траектория движения зуба у грейферного механизма этого типа представляет собой замкнутую кривую, то он применяется с фильмовым каналом, изогнутым в нижней части по форме кривой, соответствующей движению зуба на рабочем участке.

Возвратно-поступательное движение зубьям контргрейфера, фиксирующим положение пленки в фильмовом канале на период экспонирования, сообщается от грейферного механизма. На правой части шатуна *А* в точке *10* шарнирно закреплена серьга *11*, которая, в свою очередь, также шарнирно соединяется в точке *12* с рычагом *13*, качающимся на неподвижной, закрепленной на корпусе, оси *14*. Верхний конец рычага *13* заканчивается вилкой или прорезью *15*, в которую входит палец, сидящий на штоке *16* контргрейфера. Рычаг *13*, качаясь на неподвижной оси *14*, обеспечивает необходимое перемещение штока контргрейфера влево и вправо. Для обеспечения строго постоянного положения

зубьев *17* контргрейфера, его шток перемещается в неподвижных направляющих *18*, жестко закрепленных на основании. Кроме того, сами зубья выдвигаются через направляющие отверстия соответствующей формы.

Грейферный механизм кривошипно-шатунного типа с подвижным контргрейфером

Разновидностью кривошипно-шатунной системы является грейферный механизм, примененный в аппарате «Родина». На рис. 11 и 12 приведены его кинематическая и конструктивная схемы. На основном валу *1* механизма находятся эксцентрик *2* и эксцент-

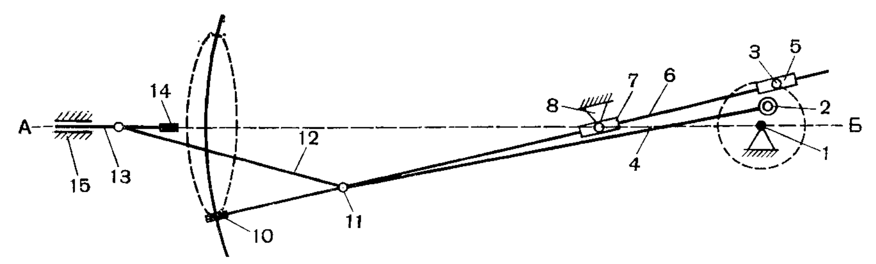


Рис. 11. Кинематическая схема грейферного механизма аппарата «Родина»

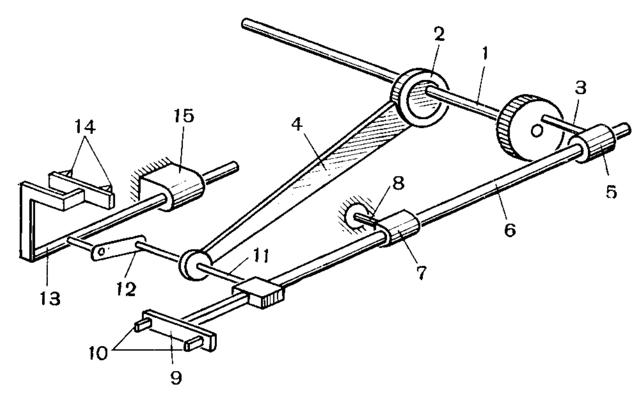


Рис. 12. Конструктивная схема грейферного механизма аппарата «Родина»

рично посаженный палец *3*. Эксцентрик *2* шарнирно связан с шатуном *4*, а на палец *3*, тоже при помощи шарнирного соединения, посажена направляющая втулка *5*, в которой свободно проходит концевая часть штока *6* грейфера. В своей средней части шток свободно проходит в отверстии второй направляющей втулки *7*, качающейся на неподвижно закрепленной на корпусе опоре *8*. На левом конце штока поперечно расположена вилка *9*, несущая

зубья *10*, транспортирующие пленку. Левый конец шатуна *4* шарнирно соединен с осью *11*, неподвижно закрепленной на штоке *6* при помощи специальной втулки. Эта же ось шарнирно связана с тягой *12*, приводящей в движение хвостовик *13* вилки контргрейфера, на одном конце которой помещены фиксирующие положение пленки зубья *14*, а на другом — направляющая часть, проходящая в неподвижной, закрепленной на корпусе втулке *15*.

Особенность этого грейферного механизма в том, что перемещение контргрейфера происходит по линии, проходящей через центры осей приводного вала *1* и направляющей втулки *7*, а следовательно, по осевой линии траектории движения зубьев грейфера. В результате зубья контргрейфера входят в перфорации пленки между крайними положениями зубьев грейфера в начале и в конце их хода, что позволяет достигнуть наименьшего расстояния между ними и свести к минимуму влияние усадки пленки на работу грейферного механизма. Другая особенность конструкции в том, что зубья контргрейфера входят в пленку со стороны, противоположной зубьям грейфера.

Впервые использованный в киносъемочном аппарате «Родина» грейферный механизм такого типа в последующем нашел применение и в некоторых других аппаратах. Он надежен в работе, мало чувствителен к усадке пленки, обеспечивает хорошую устойчивость изображения и позволяет производить съемку не только с частотой 24 *кадр/сек*, но и повышать ее до 48 и более кадров.

Грейферный механизм кулачкового типа с подвижным контргрейфером для съемок с повышенной частотой

В аппаратах для съемки с частотой до 100—130 *кадр/сек* на пленках шириной 35 и 70 *мм* часто применяется грейферный механизм с контргрейфером, схема которого приведена на рис. 13. Он является сочетанием двух отдельных кулачковых систем, из которых одна служит, собственно, грейфером, а вторая — контргрейфером. Механизм состоит из двух одинаковых шестерен *1* и *2* с равным числом зубьев, сцепленных между собой и вращающихся в противоположные стороны. На шестерне *1* эксцентрично ее оси вращения посажен кулачок *3*, а на шестерне *2* — кулачок *4*. Кулачок *3* ведет замкнутую рамку *5*, на левом конце которой находится вилка грейфера *6* с двумя или четырьмя зубьями, а на правом — стержень *7*, проходящий через втулку *8*, которая свободно поворачивается вокруг оси, перпендикулярной плоскости чертежа. Кулачок *4* на шестерне *2* перемещает вилку *9*, жестко связанную со штоком контргрейфера *10*, на левом конце которого находятся зубья, входящие в перфорации пленки и фиксирующие ее положение. Шток контргрейфера перемещается в неподвижных

направляющих *11*, обеспечивающих возможность только возвратно-поступательного движения. Таким образом, все элементы, связанные с нижней шестерней, выполняют функции грейферного механизма, а связанные с верхней шестерней — контргрейферного механизма. Согласованность их работы обеспечивается постоянным зацеплением шестерен между собой.

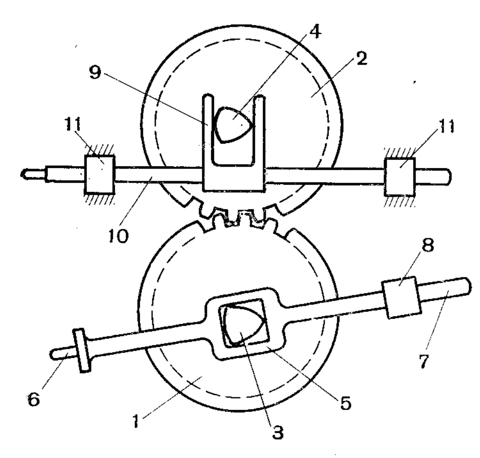


Рис. 13. Грейферный механизм кулачкового типа с контргрейфером

Так как у грейферного механизма этого типа траектория движения зубьев на рабочем участке не прямолинейна, то он используется исключительно в сочетании с изогнутым в нижней части фильмовым каналом. Вход и выход зубьев грейфера в перфорации пленки происходит перпендикулярно к ее плоскости. Фиксирующие зубья контргрейфера входят в перфорации после прекращения поступательного движения пленки.

Грейферные механизмы такой конструкции допускают транспортирование одной и двух пленок при достаточно широком диапазоне частоты съемки, благодаря чему находят преимущественное применение в аппаратах для скоростных и комбинированных съемок. При ширине пленки 35 *мм* допустимая частота съемки при хорошей устойчивости изображения достигает 130 и более кадров в секунду. Для съемки широкоформатных фильмов на 70-*мм* пленке они используются в настоящее время до 100 *кадр/сек* и, очевидно, эта величина не является пределом.

Грейферный механизм кулачкового типа с прямолинейной направляющей и неподвижным контргрейфером

В некоторых типах киносъемочных аппаратов, к которым предъявляются повышенные требования по постоянству положения изображения, нашли применение грейферные механизмы с неподвижными контргрейферными зубьями. В таких механизмах вилка грейфера совершает только возвратно-поступательное движение по прямой в одной плоскости, а перфорации надеваются попеременно на зубья грейфера и контргрейфера, а также снимаются с них соответствующим перемещением фильмового канала аппарата вместе с проходящей в нем пленкой. Зубья контргрейфера неподвижно установлены на корпусе, что обеспечивает наиболее точную фиксацию пленки в период экспонирования.

На рис. 14 приведена упрощенная кинематическая схема механизма такого типа. Приводной вал *1* грейферного механизма вращает эксцентрично посаженный на нем кулачок Вульфа *2*, который сообщает возвратно-поступательное движение вилке *3* грейфера,

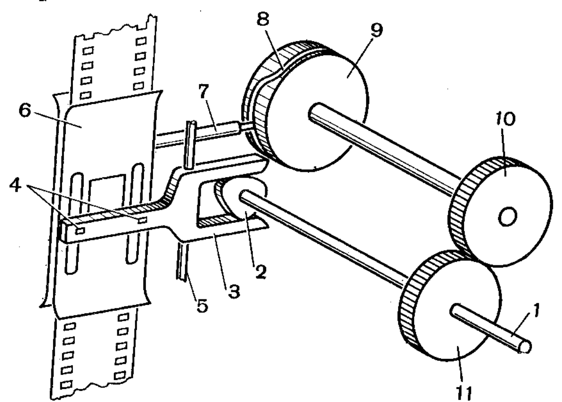


Рис. 14. Грейферный механизм кулачкового типа с пульсирующим фильмовым каналом

несущей на себе зубья *4*, транспортирующие пленку. Вилка грейфера перемещается вверх и вниз по направляющей *5*.

Фильмовый канал *6* жестко или шарнирно сочленен с пальцем *7*, конец которого входит в криволинейный паз *8* на шайбе *9*, ось которой через пару шестерен *10* и *11* связана (с соотношением 1 : 1) с валом грейфера *1*. Криволинейный паз *8* имеет такую форму, что перемещает палец *7* и фильмовый канал вперед и назад. Движения вилки грейфера вверх и вниз так согласованы с перемещением канала вперед и назад, что в верхнем положении вилки канал перемещается назад и перфорации пленки надеваются на зубья грейфера и остаются на них на все время перемещения вилки вниз. В нижнем положении фильмовый канал перемещается вперед— перфорации пленки снимаются с зубьев грейфера и надеваются на фиксирующие зубья контргрейфера, расположенные с противоположной стороны, а грейферная вилка освобождается для обратного хода вверх.

Фильмовый канал совершает перемещение вперед и назад по специальным направляющим, как в аппарате 1-КСМ для мультипликационных съемок, или отклоняется, поворачиваясь около неподвижной оси, как в аппарате ПСК-29. Во всех случаях при перемещении вперед одновременно с надеванием пленки на зубья контргрейфера осуществляется ее прижим к передней рамке с кадровым окном, что обеспечивает постоянство положения плоскости пленки.

3. Фильмовые каналы

Фильмовый канал служит для направления пленки при продвижении в зоне экспозиционного окна киносъемочного аппарата, а также для обеспечения плоскостности и точной фиксации ее положения во время экспонирования. Кроме того, конструкция фильмового канала должна исключать возможность механического повреждения поверхности пленки. Транспортирование пленки и фиксация положения осуществляются в результате совместного действия фильмового канала, грейферного механизма и контргрейфера.

Постоянство положения пленки относительно кадрового окна должно обеспечиваться в трех направлениях: в вертикальном и горизонтальном — для сохранения неизменным расположения изображения относительно базового края и перфораций пленки, что гарантирует устойчивость изображения (стояние кадра), а также по положению эмульсионной поверхности относительно объектива — для сохранения резкости изображения во всех последовательно снимаемых кадрах. Такая фиксация положения пленки в фильмовых каналах достигается различными способами.

В аппаратах без контргрейферных устройств положение пленки обеспечивается прижимом ее базового края, подпружиненным полозком к боковому упору канала. Одновременно задняя рамка фильмового канала прижимает пленку к передней рамке с экспозиционным окном таким образом, что для протаскивания пленки нужно определенное усилие, достаточное для мгновенного затормаживания при окончании поступательного движения грейфера. В этом случае пленка всегда оказывается прижатой к боковой стороне канала и его передней рамке. Следовательно, положение пленки в период экспонирования будет определяться точностью повторения движений зубьев грейфера в момент их выхода из перфораций, а плоскостность — прижимом к передней рамке.

В аппаратах, снабженных контргрейферным устройством, нет необходимости в боковом прижиме пленки, так как ее фиксация в поперечном и продольном направлениях определяется зубьями контргрейфера. Только для обеспечения плоскостности нужен прижим к передней рамке фильмового канала. В некоторых конструкциях киносъемочных аппаратов он достигается так же, как в камерах без контргрейфера, прижимом задней рамки. В отдельных случаях используется упругость самой пленки, которая, будучи несколько изогнута, прижимается к рамке кадрового окна и вследствие этого выравнивается, стабильно сохраняя постоянство положения. В аппаратах, имеющих такую конструкцию фильмового канала, пленка при транспортировании не зажимается и свободно проходит в канале.

Еще одной разновидностью конструкции являются киносъемочные аппараты с пульсирующим фильмовым каналом. Они

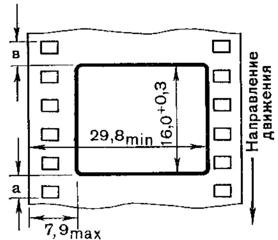
имеют неподвижные зубья контргрейфера и фильмовый канал, в котором пленка проходит свободно. На период транспортирования пленки фильмовый канал отодвигается от передней рамки, снимает пленку с зубьев контргрейфера и надевает ее на зубья грейфера. После этого пленка продвигается грейфером до нужного положения, и канал перемещается вместе с пленкой вперед, надевая соответствующие перфорации на зубья контргрейфера и прижимая пленку эмульсионной поверхностью к передней рамке. Такая конструкция, примененная в аппаратах типа ПСК-29 и 1-КСМ, позволяет с наибольшей точностью обеспечить постоянство положения пленки в период экспонирования и наилучшим способом предохранить ее от возможных механических повреждений при транспортировании.

В большинстве конструкций киносъемочных аппаратов для уменьшения возможности повреждения пленки при прохождении через фильмовый канал передняя и задняя рамки (салазки) имеют такой профиль, при котором пленка может соприкасаться с ними только на участках за пределами расположения изображения.

К материалу, из которого изготавливают детали фильмового канала, соприкасающиеся с пленкой, и к его обработке, предъявляются особые требования. Пленка не должна получать повреждений при трении о металлические детали, а они в свою очередь не должны быстро изнашиваться. Для этого используют твердые стали с наиболее мелкой структурой и тщательно шлифуют, после чего на эти детали электролитическим осаждением наносят слой хрома и полируют до получения совершенно гладкой ровной поверхности. Несмотря на это, не всегда удается избежать в поверхности металла микроскопических структурных углублений, в которых при прохождении пленки постепенно скапливается так называемый н а г а р, т. е. частицы эмульсии и пленочная пыль, спрессованные в очень твердые конгломераты, выступающие над поверхностью элементов фильмового канала. Такие наросты приводят к нанесению царапин на эмульсионную сторону пленки, поэтому при эксплуатации приходится периодически производить чистку канала после съемки каждой кассеты пленки. Для упрощения чистки передняя рамка делается легко съемной. При текущем и профилактическом ремонте киносъемочного аппарата производится полировка поверхностей передней и задней рамок в местах соприкосновения с пленкой.

В большинстве аппаратов фильмовые каналы рассчитаны на прохождение одной пленки, но в отдельных случаях для выполнения некоторых видов комбинированных съемок предусматривается возможность пропускать одновременно две пленки. Для этой цели используются каналы с регулируемой величиной зазора или применяются сменные каналы, заранее отрегулированные на одну и две пленки.

Применение систем визирования с зеркальным обтюратором значительно сократило количество конструкций киносъемочных аппаратов, имеющих сквозную наводку через пленку, которая раньше использовалась во всех камерах штативного типа. Однако в некоторых аппаратах и в настоящее время предусматривается



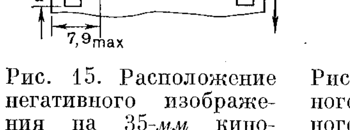


Рис. 15. Расположение негативного изображения на 35-*мм* кинопленке

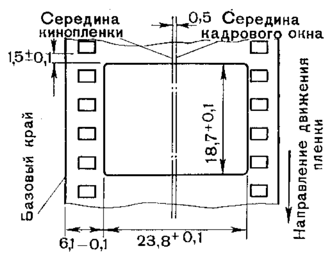


Рис. 16. Расположение негативного изображения широкоэкранного фильма на 35-*мм* кинопленке по Норм-кино 45—58

возможность наблюдения изображения непосредственно на пленке наряду с более совершенным оптическим визиром того или иного типа. Для этого в задней рамке фильмового канала против кадрового окна находится окно равного или несколько большего размера, которое позволяет при помощи соответствующей оптической системы видеть в лупу изображение снимаемого объекта непосредственно на пленке. Из-за большой плотности подкраски основы и противоореольных слоев современных кинопленок изображение обычно имеет недостаточную яркость и четкость, но оно позволяет в некоторых случаях комбинированных съемок определять с большой степенью точности взаимное расположение отдельных элементов в комбинированном кинокадре.

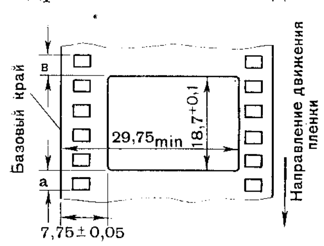


Рис. 17. Расположение негативного изображения широкоэкранного фильма на 35-*мм* кинопленке по Норм-кино 45—62

В соответствии с действующими в СССР нормалями для всех видов кинофильмов установлены определенные размеры и расположение негативного изображения на кинопленке по отношению к базовому краю и перфорационным отверстиям. Строгое соблюдение этих норм обеспечивается соответствующими размерами, формой и расположением кадровых окон в фильмовых каналах киносъемочных аппаратов.

На рис. 15 показано расположение изображения в негативе для обычных звуковых кинофильмов, снимаемых на 35-*мм* кинопленке по ГОСТу 9214—59, а на рис. 16 — для широкоэкранных

кинофильмов с анаморфированным изображением на 35-*мм* пленке — в соответствии с Норм-кино 45—58.

Указанная нормаль с 1964 г. была заменена новой — Норм-кино 45—62 (рис. 17), в которой размер негативного изображения в широкоэкранной системе на 35-*мм* пленке установлен

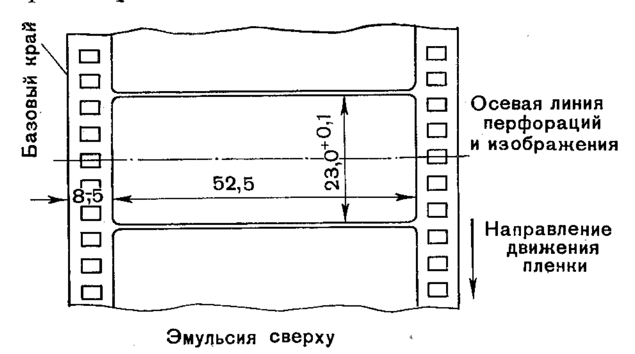


Рис. 18. Размеры и расположение негативного изображения широкоформатного фильма на 70-*мм* кинопленке

18,7 × 22 *мм* вместо существовавшего ранее 18,7 × 23,8 *мм*. Однако нормаль предусматривает возможность сохранения старого размера изображения для всех киносъемочных аппаратов ранних выпусков. Вследствие этого в практике могут встречаться аппараты с обоими размерами кадрового окна, в зависимости от срока их выпуска.

На рис. 18 даны размеры и расположение изображения для негативов широкоформатных фильмов, снимаемых на 70-*мм* пленке по Норм-кино 22—61. Как видно, положение кадра на пленке в горизонтальном направлении ориентировано относительно базового края, а по вертикали связано с положением перфораций.

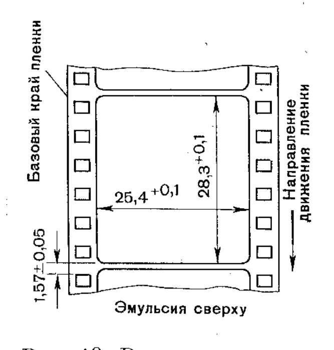


Рис. 19. Расположение изображения в негативе панорамных фильмов

Предусмотренный этой нормалью размер негативного изображения 52, 5 × × 23 *мм* введен с целью приблизить соотношение его сторон к широкоэкранному кадру с анаморфированным изображением и тем самым свести к минимуму частичную потерю изображения при печати широкоэкранных вариантов широкоформатных фильмов. Однако до настоящего времени используются и ранее выпущенные широкоформатные киносъемочные аппараты с кадровым окном 50 × 23 *мм*, применение которых вполне возможно, так как размер проекционного окна в широкоформатной системе кинематографа установлен в соответ-

ствии с Норм-кино 25—61 48,5 × 22 *мм*, и увеличенный размер негативного кадра может быть полностью использован только при печати широкоэкранных вариантов.

На рис. 19 дано расположение изображения в негативе для фильмов, снимаемых по методу кинопанорамы на трех 35-*мм* кинопленках, в соответствии с Норм-кино 105—59. Положение кадра на пленке ориентировано только относительно перфораций и не связано с ее краем.

Таблица 1

Размеры негативного изображения в различных системах кинематографа

Система	Ширина пленки, *мм*	Количество пленок	Размер негативного кадра, *мм*	Площадь кадра, *мм*^{2}	Соотношение сторон в негативе	Шаг продвижения пленки, *мм*
Обычная по ГОСТу 9214—59	35	1	16×22	352	1 : 1,37	19
Широкоэкранная по Норм-кино 45—62	35	1	18,7×22	411,4	1 : 1,175	19
Широкоэкранная по Норм-кино 45—58	35	1	18,7×23,8	445,1	1 : 1,27	19
Широкоформатная по Норм-кино 22—60	70	1	23×50	1150	1 : 2,17	23,75
Широкоформатная по Норм-кино 22—61	70	1	23×52,5	1207,5	1 : 2,28	23,75
Панорамная по Норм-кино 105—59 *	35	3	28,3×25,4	718,8	1 : 0,89	28,5
Круговая кинопанорама *	35	11	16×22	352	1 : 1,37	19
Круговая кинопанорама с вертикальным анаморфированием *	35	11	16×22	352	1 : 1,37	19

* Для систем кинопанорамы и круговой кинопанорамы все величины приведены для негативного изображения на одной пленке, а соотношение сторон без учета анаморфирования.

В табл. 1 приведены основные размеры изображения в негативе для различных систем кинематографа, применяемых в настоящее время в СССР.

4. Кассеты

Кассеты — неотъемлемая часть любого киносъемочного аппарата — служат для помещения в них неэкспонированной пленки, заряжаемой перед съемкой, и для ее смотки после прохождения в аппарате. Они защищают пленку от попадания света во время

съемки и при хранении. Кассеты можно разделить на группы по вместимости и ширине пленки, а также по конструкции самих кассет.

По емкости, т. е. по количеству помещающейся в них пленки, кассеты обычно соответствуют принятым размерам рулонов пленки, в которых она выпускается фабриками, и, соответственно, имеют емкость 30, 60, 120 и 300 *м*. Кассеты с емкостью, отличающейся от указанной, встречаются как исключение и применяются главным образом в киносъемочных аппаратах, предназначенных для съемки фильмов тех видов кинематографа, у которых шаг кадра больше четырех перфораций. В этих случаях увеличение емкости кассет малой вместимости объясняется стремлением сохранить полезную продолжительность съемки при повышенном расходе пленки, свойственном широкоформатной или панорамной системам. Так, по этим причинам в ручном киносъемочном аппарате 1-КСШР для съемки на 70-*мм* пленке применены кассеты, вмещающие 40 и 75 *мм* пленки.

Напомним, что расход пленки за одну секунду при съемке с частотой 24 *кадр/сек* обычных и широкоэкранных фильмов составляет 456 *мм*, а при съемке широкоформатных — с той же частотой — 570 *мм*. Таким образом, 30 *м* пленки в первом случае достаточно для съемки в течение 65 *сек*, а 40 *м* во втором случае будет израсходовано за 70 *сек*.

Таблица 2

Продолжительность съемки, обеспечиваемая кассетами различной емкости

Емкость кассеты в *м* пленки	Вид фильма: обычный и широкоэкранный		широкоформатный		панорамный	
	минуты	секунды	минуты	секунды	минуты	секунды
30	1	06	0	53	0	42
40	1	28	1	10	0	56
60	2	12	1	45	1	24
75	2	44	2	12	1	45
120	4	23	3	30	2	48
150	5	29	4	23	3	30
300	10	58	8	46	7	01

В табл. 2 указана продолжительность съемки, обеспечиваемая кассетами разной емкости для различных систем кинематографа при номинальной частоте для каждой из них.

Так как в каждом киносъемочном аппарате всегда применяется не менее двух кассет: одна — подающая и одна — приемная

(в некоторых аппаратах, рассчитанных на одновременный пропуск двух пленок, используется, соответственно, четыре кассеты), то встречается несколько конструктивных решений сочетания подающей и приемной кассет: одинарные, двойные и полуторные.

Одинарные кассеты не связаны между собой, и любая кассета, из числа входящих в комплект аппарата, может служить приемной или подающей. При движении пленки в одной плоскости одинарные кассеты устанавливаются рядом, как показано на рис. 20. Их конструкция должна позволять изменять место выхода пленки из кассеты в зависимости от места установки, что несколько усложняет кассету, учитывая необходимость полной светонепроницаемости. Существенное преимущество одинарных кассет в том, что при израсходовании пленки в подающей кассете она может быть использована как приемная. Следовательно, к началу съемки достаточно иметь одну пустую кассету вне зависимости от количества кассет, заряженных пленкой.

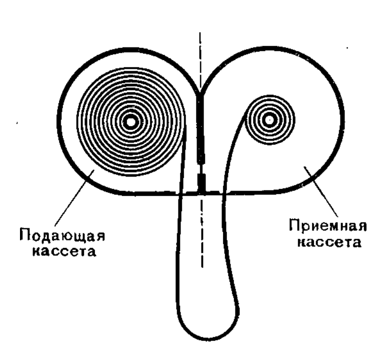


Рис. 20. Установка одинарных кассет

В аппаратах с движением пленки в нескольких плоскостях приемная и подающая кассеты устанавливаются обычно по обеим сторонам корпуса камеры, и в этом случае невозможно применение каких-либо кассет, кроме одинарных.

Несмотря на указанные достоинства одинарных кассет, они находят применение главным образом только в штативных киносъемочных аппаратах, предназначенных для так называемых немых съемок. Сложность боксировки ограничивает их применение в аппаратуре для синхронных съемок.

Двойные кассеты представляют собой конструкцию, объединяющую в одно целое приемную и подающую кассеты. В них имеется два отделения, светоизолированные одно от другого, что позволяет, не опасаясь засветить пленку, открывать на свету приемную часть кассеты при зарядке аппарата, если в этом возникает необходимость. Во время съемки пленка из подающего отделения кассеты постепенно вытягивается лентопротяжным механизмом и, пройдя через аппарат, поступает в приемное. При этом оба отделения должны вмещать наибольший по длине рулон пленки, на который рассчитана кассета.

Двойные кассеты наиболее часто применяются в киносъемочных аппаратах, предназначенных для синхронных съемок, где они после установки закрываются специальным звукоизолирующим боксом. Из всех известных типов кассет двойные являются в эксплуатации более надежными, но одновременно и самыми громоздкими. Во время съемки каждая двойная кассета до перезарядки ее в темном помещении может быть использована только один раз, и оператору приходится иметь фактически двойное количество кассет по сравнению с одинарными.

Полуторные кассеты по своей конструкции до известной степени напоминают двойные, так как в них тоже объединены в одно целое подающая и приемная части. Однако существенное отличие их в том, что внутри обе части кассеты не разделены между собой (рис. 21) и имеют одну общую крышку. По наружным размерам при одинаковой вместимости полуторные кассеты значительно меньше двойных, так как приемная и подающая части в отдельности не должны вмещать рулон пленки максимальной длины. Центры намотки пленки в подающей и приемной частях так расположены относительно друг друга, что пленка, переходя постепенно из подающей части в приемную, распределяется в общем объеме кассеты, заполняя ее среднюю часть то наружной стороной полного рулона в подающем отделении, то наружной стороной — в приемном. Такая система кассеты позволяет сократить ее размеры, но, одновременно, исключает возможность открывания крышки при зарядке аппарата на свету. Вследствие этого при предварительной зарядке кассеты в темном помещении конец пленки должен быть выпущен из подающего отделения, введен внутрь кассеты в ее приемную часть и закреплен на бобине. Оставленная с наружной стороны кассеты пленочная петля позволяет установить кассету на аппарат и произвести его зарядку, не открывая крышки.

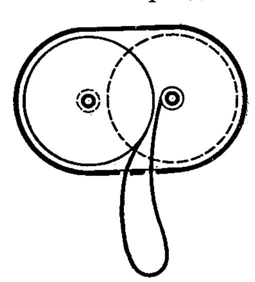
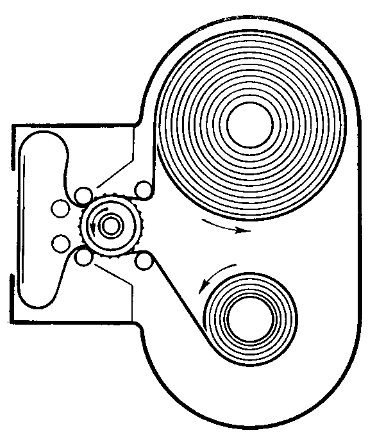


Рис. 21. Кассета полуторного типа

Полуторные кассеты используются главным образом в ручных аппаратах хроникального типа, когда возможное сокращение веса и размеров играют решающую роль. Особенно удобно применение полуторных кассет в тех случаях, когда в них размещается и часть лентопротяжного механизма, как в камерах «Конвас-автомат» и «Спутник». В кассетах этих аппаратов помещены зубчатые барабаны, обеспечивающие равномерное транспортирование пленки во время съемки, и задняя часть фильмового канала (рис. 22). Такое конструктивное решение позволяет всю зарядку аппарата свести к предварительной зарядке кассеты, а во время съемки производить только смену кассет, вставляя их в аппарат одним движением, что сокращает до минимума потерю времени. Механизм, передающий движение зубчатым барабанам и оси наматывателя в приемной части, размещается в таких случаях в корпусе самой кассеты и сцепляется автоматически с механизмом аппарата. Наряду с такой конструкцией встречаются

и промежуточные решения, при которых зубчатые барабаны помещены в кассете, но пленка из нее выводится петлей определенного размера и при зарядке вводится в фильмовый канал аппарата вручную (ручной широкоформатный аппарат типа 1-КСШР).

В конструкциях кассет уделяется значительное внимание устранению возможности проникновения в них света. Наиболее сложна светоизоляция в местах входа и выхода пленки или, как часто называют, в устьях кассет. Широко применявшийся ранее способ, при котором пленка выходит из кассеты через устье, оклеенное внутри с обеих сторон черным бархатом, и зажимается между его ворсом, обеспечивает отсутствие засветки, но часто приводит к механическим повреждениям пленки — царапинам за счет неизбежного накопления пыли в ворсе бархата. В большинстве современных кассет этот недостаток устраняется созданием светового лабиринта, через который пленка выходит из кассеты, не соприкасаясь участками рабочей поверхности с какими-либо деталями конструкции. При помощи нескольких роликов создается путь пленки из внутренней полости кассеты до ее выходного отверстия с несколькими поворотами, что в сочетании с применением соответствующих внутренних перегородок делает невозможным проникновение света. В отдельных случаях устье кассеты и в настоящее время оклеивается черным бархатом, но пленка зажимается в нем только в тех случаях, когда кассета снята с аппарата. При закрытии крышки аппарата устье кассеты расширяется и пленка проходит через него, не соприкасаясь с поверхностями, оклеенными бархатом. Гладкие ролики, устанавливаемые по пути хода пленки из кассеты, обеспечивают такое направление, при котором она не соприкасается со стенками устья, вне зависимости от диаметра рулона в подающей или приемной части. Светоизоляция в местах соединения крышек и корпуса кассет достигается применением простого светового замка в виде уступа или паза на корпусе и крышке. В кассетах с завинчивающимися крышками роль светового замка выполняет соединительная резьба.


Рис. 22. Схема хода пленки в приставной кассете ручного аппарата

При зарядке кассеты рулон пленки вставляется в нее вместе со стандартной бобышкой, на которую наматывается пленка при выпуске фабрикой, или надевается на специальный сердечник, являющийся неотъемлемой частью кассеты. В последнем случае

из рулона пленки должна быть предварительно вынута стандартная бобина и заменена сердечником кассеты. При неравенстве диаметров бобины и кассетного сердечника при зарядке приходится производить перемотку пленки. В приемной части кассеты свободный конец пленки надежно закрепляется на сердечнике или бобине, что необходимо для безотказной смотки пленки во время съемки. Прошедшая через лентопротяжный механизм пленка должна в приемной кассете равномерно сматываться в рулон. Диаметр рулона в приемной кассете непрерывно увеличивается по мере перехода пленки из подающей кассеты в приемную, а следовательно, количество оборотов оси наматывателя должно постепенно уменьшаться, так как каждому следующему обороту соответствует намотка большего количества пленки. Это исключает возможность жесткой передачи вращения от механизма аппарата к наматывателю пленки в кассете. Здесь обязательно вводится то или другое фрикционное соединение, обеспечивающее возможность пробуксовки для создания необходимой разницы в количестве оборотов привода и рулона пленки в приемной кассете. Фрикционное устройство может вводиться в любое место передачи движения от приводного механизма к наматывателю, при этом желательно, чтобы его конструкция обеспечивала достаточно равномерное наматывание пленки от начала до конца рулона.

В большинстве конструкций киносъемочных аппаратов используются фрикционы сухого трения, у которых фрикционная связь достигается передачей вращающего момента путем сцепления за счет трения двух или нескольких поверхностей, прижимаемых с необходимым усилием одна к другой. В такой системе передача вращения происходит без скольжения до тех пор, пока сопротивление, оказываемое пленкой, не превысит силы трения, т. е. с известным приближением можно считать, что максимальный вращательный момент, передаваемый фрикционом, остается постоянным. Однако именно это условие приводит к тому, что натяжение пленки при сматывании постепенно и непрерывно изменяется от начала к концу рулона по мере увеличения его диаметра, и эта разница достигает тем большей величины, чем больше разница начального и конечного диаметров. Стремление достигнуть более равномерной плотности намотки определяет применение в некоторых типах съемочных аппаратов бобин большего диаметра, чем стандартные, принятые на пленочных фабриках. Увеличение диаметра бобины в приемной кассете сокращает отношение максимального и минимального диаметров рулона и, соответственно, разницу в натяжении пленки в начале и конце намотки, но вызывает необходимость обязательной перемотки ее перед зарядкой.

С целью избежать недостатков, свойственных простым типам наматывателей с фрикционами сухого трения, в последних конст-

рукциях киносъемочных аппаратов начали применять наматыватели с отдельными электродвигателями, имеющими так называемую мягкую характеристику, позволяющую в широких пределах изменять количество оборотов в зависимости от нагрузки. Такой электродвигатель, связанный непосредственно с наматывателем пленки в приемной кассете, полностью заменяет фрикционное соединение и обеспечивает более равномерную намотку пленки в рулон. Конструктивно двигатель бóльшей частью устанавливается непосредственно на кассете и включается одновременно с основным приводным электродвигателем киносъемочного аппарата или несколько раньше.

5. Обтюраторы

Основное назначение обтюратора в киносъемочном аппарате с прерывистым движением пленки — перекрытие кадрового окна на время продвижения пленки в фильмовом канале и открытие его для экспонирования очередного кадра в период ее неподвижного положения. Для получения четкого несмазанного изображения обтюратор должен исключать возможность попадания света из съемочного объектива до полной остановки пленки. Таким образом, обтюратор играет роль затвора в фотокамере. Его работа должна быть строго согласована с грейферным механизмом, транспортирующим пленку.

В аппаратах для профессиональных киносъемок находят применение только обтюраторы, представляющие собой диск из непрозрачного материала с вырезом той или другой величины, вращающийся синфазно с грейферным механизмом. Обтюратор расположен между объективом и кадровым окном фильмового канала. При использовании простых дисковых обтюраторов плоскость их вращения обычно выбирается параллельной плоскости пленки и располагается возможно ближе к ней. Поэтому в первом приближении будем считать, что обтюратор вращается в непосредственной близости к плоскости кадрового окна фильмового канала.

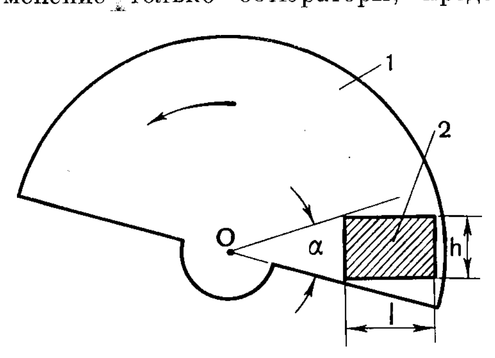


Рис. 23. Схема дискового обтюратора

При постоянной частоте съемки время экспонирования одного кадра будет определяться максимально допустимым углом выреза в диске обтюратора или углом открытия, который, как указывалось выше, в свою очередь, связан с временем неподвижного положения пленки, зависящим от конструкции грейферного механизма.

На рис. 23 приведена схема дискового обтюратора *1* и его расположение относительно кадрового окна *2*, имеющего высоту h и ширину l. Так как при однолопастных обтюраторах количество оборотов грейферного вала и обтюратора равны, то работа этих двух механизмов может согласовываться по величинам углов поворота без всякого пересчета. На схеме показано положение обтюратора в момент окончания движения пленки в фильмовом канале перед началом открытия для экспонирования. При движении лопасти обтюратора по направлению стрелки кадровое окно открывается постепенно, начиная с левого нижнего угла. Открытие кадрового окна будет происходить в течение времени, за которое лопасть обтюратора повернется на угол α, называемый углом предварительного закрытия. Закрытие кадрового окна второй кромкой лопасти обтюратора будет начинаться также с нижнего левого угла, и на полное закрытие с этого момента потребуется поворот на угол α. Таким образом, все точки плоскости кадра будут экспонироваться в течение одинакового времени, но начало и окончание экспонирования для разных участков кадра будет отличаться в пределах времени, затрачиваемого на поворот обтюратора на угол α. Из этого следует, что пленка должна находиться в неподвижном положении дольше, чем в течение полезного времени экспонирования каждой отдельной точки поверхности кадра на время, эквивалентное углу предварительного закрытия. Следовательно, целесообразно по возможности уменьшать величину этого угла, что может быть достигнуто увеличением диаметра обтюратора и соответствующим удалением кадрового окна от центра вращения *O*.

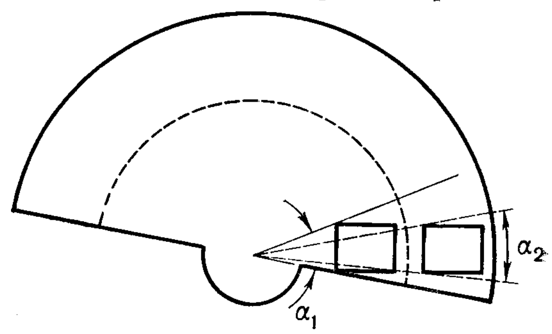


Рис. 24. Зависимость угла предварительного закрытия и диаметра обтюратора от расположения кадрового окна относительно центра вращения

На рис. 24 показано два положения кадрового окна относительно центра вращения и соответствующие изменения размеров

обтюратора. Однако этот способ уменьшения угла предварительного закрытия приводит к увеличению общих габаритных размеров аппарата. Угол предварительного закрытия находится в пределах 15—30°, и, соответственно, на эту величину предельный допустимый угол открытия обтюратора меньше угла поворота грейферного механизма, при котором обеспечивается неподвижное положение пленки в фильмовом канале. В зависимости от конструкции аппарата наибольший полезный угол открытия обтюратора лежит в пределах 150—190°.

Для регулирования времени экспонирования применяются конструкции обтюраторов, позволяющие изменять угол открытия. В простейшем случае это достигается совмещением двух секторов, перемещаемых относительно друг друга вокруг общей оси на необходимый в том или другом случае угол (рис. 25). Такая конструкция позволяет не только устанавливать рабочий угол в соответствии с желаемым временем экспонирования, но, изменяя его при съемке, получать эффект постепенного плавного уменьшения экспозиции от нормальной до полного закрытия обтюратора (или наоборот), что необходимо для выполнения так называемых **наплывов** или **вытеснений**, когда изображение постепенно исчезает или заменяется другим. Для этой цели в аппарате предусматривается специальный механизм наплыва, автоматически изменяющий рабочий угол обтюратора от установленного значения до полного закрытия или от полного закрытия до нужной величины в течение съемки определенного числа кадров.

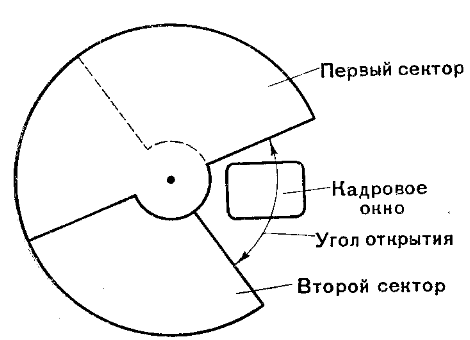


Рис. 25. Схема обтюратора с переменным углом открытия

В табл. 3 показана зависимость времени экспонирования от угла открытия обтюратора и частоты съемки.

В последние годы широкое применение нашли зеркальные обтюраторы, использование которых позволило создать наиболее совершенную систему визирования, свободную от параллакса и обеспечивающую получение постоянного размера видимого изображения вне зависимости от фокусного расстояния объективов (см. ниже раздел «Системы визирования», стр. 56). Зеркальный обтюратор также является дисковым, но отличается от обычного тем, что плоскость его вращения не параллельна плоскости пленки, а расположена большей частью под углом 45° к оптической оси съемочного объектива, а следовательно, и к плоскости пленки; сторона, обращенная к объективу, сделана зеркальной.

Таблица 3

Зависимость времени экспонирования от частоты съемки и угла открытия обтюратора

Угол открытия обтюратора	Время экспонирования в *сек* при частоте съемки в *кадр/сек*													
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	30	36	40	48
10°	1/288	1/360	1/432	1/504	1/576	1/648	1/720	1/792	1/864	1/900	1/1080	1/1296	1/1440	1/1728
20°	1/144	1/180	1/216	1/252	1/288	1/324	1/360	1/396	1/432	1/450	1/540	1/648	1/720	1/864
30°	1/96	1/120	1/144	1/168	1/192	1/216	1/240	1/264	1/288	1/300	1/360	1/432	1/480	1/576
40°	1/72	1/90	1/108	1/126	1/144	1/162	1/180	1/198	1/216	1/225	1/270	1/324	1/360	1/432
50°	1/58	1/72	1/86	1/101	1/115	1/130	1/144	1/158	1/173	1/180	1/216	1/259	1/288	1/346
60°	1/48	1/60	1/72	1/84	1/96	1/108	1/120	1/132	1/144	1/150	1/180	1/216	1/240	1/288
70°	1/41	1/51	1/62	1/72	1/82	1/93	1/103	1/113	1/123	1/129	1/154	1/185	1/206	1/247
80°	1/36	1/45	1/54	1/63	1/72	1/81	1/90	1/99	1/108	1/113	1/135	1/162	1/180	1/216
90°	1/32	1/40	1/48	1/56	1/64	1/72	1/80	1/88	1/96	1/100	1/120	1/144	1/160	1/192
100°	1/29	1/36	1/43	1/50	1/58	1/65	1/72	1/79	1/86	1/90	1/108	1/130	1/144	1/173
110°	1/26	1/33	1/39	1/46	1/52	1/59	1/66	1/72	1/79	1/82	1/98	1/118	1/131	1/157
120°	1/24	1/30	1/36	1/42	1/48	1/54	1/60	1/66	1/72	1/75	1/90	1/108	1/120	1/144
130°	1/22	1/28	1/33	1/39	1/44	1/50	1/55	1/61	1/66	1/69	1/83	1/100	1/111	1/133
140°	1/21	1/26	1/31	1/36	1/41	1/46	1/51	1/57	1/60	1/64	1/77	1/93	1/103	1/123
150°	1/19	1/24	1/29	1/34	1/38	1/43	1/48	1/53	1/58	1/60	1/72	1/86	1/96	1/115
160°	1/18	1/23	1/27	1/32	1/36	1/41	1/45	1/50	1/54	1/56	1/68	1/81	1/90	1/108
170°	1/17	1/21	1/25	1/30	1/34	1/38	1/42	1/47	1/51	1/53	1/64	1/76	1/85	1/102
180°	1/16	1/20	1/24	1/28	1/32	1/36	1/40	1/44	1/48	1/50	1/60	1/72	1/80	1/96
190°	1/15	1/19	1/23	1/27	1/30	1/34	1/38	1/42	1/45	1/47	1/57	1/68	1/76	1/91
200°	1/14	1/18	1/22	1/25	1/29	1/32	1/36	1/40	1/43	1/45	1/54	1/65	1/72	1/86

Схема положения такого обтюратора показана на рис. 26. Равенство хода лучей до плоскости пленки и, в случае отражения зеркальной поверхностью обтюратора, до поверхности матового стекла визирующей системы позволяет попеременно строить резкое изображение снимаемого объекта то в плоскости пленки, то в плоскости матовой поверхности визира.

Давая безусловные преимущества в части визирования, зеркальный обтюратор не свободен от ряда недостатков. Вследствие значительного веса однолопастный зеркальный обтюратор требует тщательной динамической балансировки, необходимой для

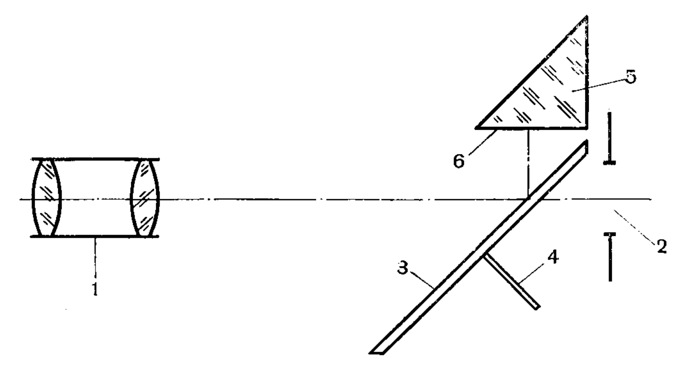


Рис. 26. Схема расположения зеркального обтюратора:
1 — объектив, *2* — кадровое окно, *3* — зеркальная поверхность обтюратора, *4* — ось вращения обтюратора, *5* — призма, *6* — матированная поверхность

равномерной спокойной работы механизма камеры. Будучи расположен в значительном удалении от пленки, вызывает увеличение угла предварительного закрытия, а сама зеркальная поверхность требует бережного отношения, так как наружный зеркальный слой легко повреждается. Кроме того, матированная поверхность стекла, призмы или коллективной линзы визирующей системы, расположенная в непосредственной близости от кадрового окна, в момент экспонирования, когда обтюратор открыт, отражает на пленку часть света, попадающего на нее из объектива, за счет того, что поле изображения объектива обычно больше используемого поля кадра. Это может приводить к засветке рассеянным светом пленки в верхней части кадрового окна.

Для устранения указанных недостатков конструкторы вынуждены применять ряд мер. Облегчение балансировки достигается уменьшением веса обтюратора за счет изготовления его из пластмассы и применения специальных уравновешивающих грузов на стороне противоположной лопасти. Влияние удаления плоскости обтюратора от кадрового окна в ряде конструкций устраняется применением конических закрылок, расположенных на кромке диска и являющихся шторками, перекрывающими световой поток

непосредственно у плоскости кадрового окна (рис. 27). Таким образом, зеркальный обтюратор как бы дублируется коническим, причем последний, находясь вблизи плоскости пленки, ликвидирует недостатки, связанные с удаленностью зеркального обтюратора. Естественно, что в этом случае конические закрылки располагаются только на том участке окружности обтюратора,

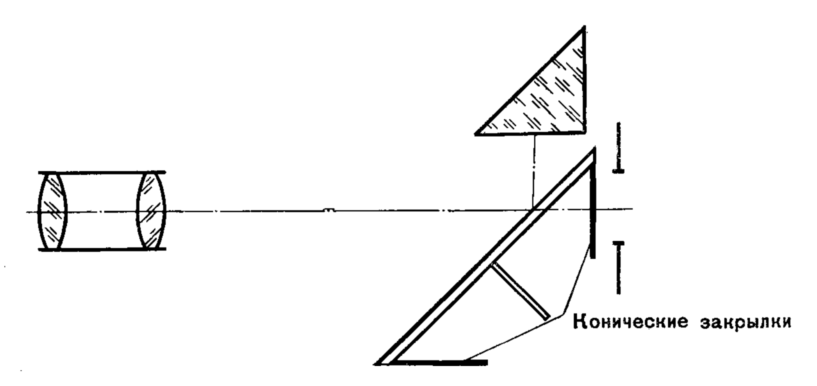


Рис. 27. Расположение конических закрылок на обратной стороне зеркального обтюратора

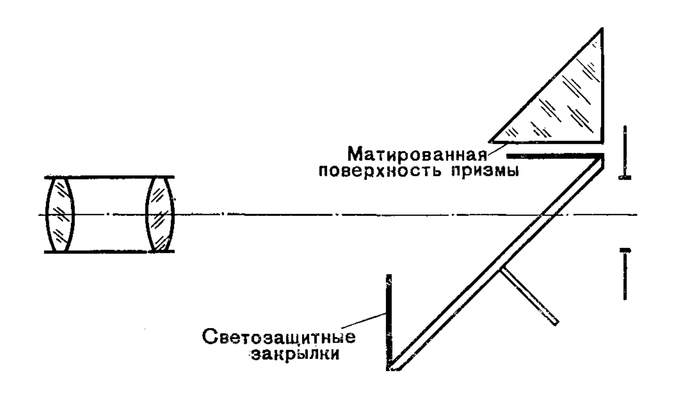


Рис. 28. Конические закрылки на лицевой стороне зеркального обтюратора

который перекрывает кадровое окно. Действие закрылок сказывается в период открытия и закрытия кадрового окна.

Засветка за счет отражения от матированной поверхности визирующей системы устраняется в ряде случаев применением конических закрылок, аналогичных описанным, но расположенных на лицевой стороне обтюратора по части окружности, соответствующей вырезу в обтюраторе (рис. 28). Такие закрылки

перекрывают матовую поверхность полностью или частично и тем самым устраняют возможность отражения света в кадровое окно. В ряде конструкций аппаратов с зеркальным обтюратором оба вида конических закрылок применяются одновременно. При этом расположение закрылок на окружности обтюратора должно быть таким, чтобы закрывающие кадровое окно закрылки находились в соответствующей части диска обтюратора со стороны,

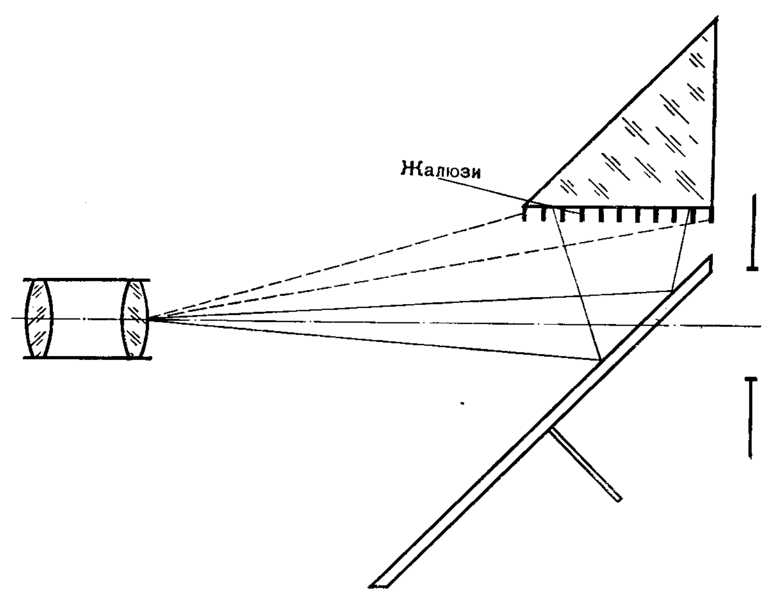


Рис. 29. Жалюзи в системе визирования с зеркальным обтюратором

обращенной к пленке, а устраняющие засветку,— соответственно, на участке выреза в диске и со стороны, обращенной к объективу.

В некоторых случаях для устранения засветки применяется и другой способ. Перед матированной поверхностью визирующей системы крепятся поперечные жалюзи, изготовленные из тонкого непрозрачного материала (рис. 29), которые почти не препятствуют прохождению светового потока, отраженного от зеркальной поверхности обтюратора и строящего изображение в визирующей системе, но полностью задерживают лучи, попадающие непосредственно из объектива. Таким образом устраняется возможность отражений в сторону пленки.

Недостаток этой системы в том, что на изображении, видимом в визире с системой жалюзи, заметны тонкие поперечные линии. Однако при использовании достаточно тонкого материала, мешающее действие этих полос незначительно и не вызывает затруднений в работе.

В одном из киносъемочных аппаратов, предназначенных для мультипликационных и комбинированных съемок, применено оригинальное конструктивное решение, при котором используется сразу два отбюратора — обычный дисковый, расположенный параллельно плоскости пленки, и зеркальный, помещенный под углом. Первый из них применяется как экспозиционный, а второй — в системе наблюдения за изображением. Кроме того, конструкция этого аппарата позволяет отключить грейферный и лентопротяжный механизмы, оставляя в зацеплении с приводом только обтюраторы, что дает возможность производить многократное экспонирование одного кадра при неподвижной пленке.

Одно из обязательных требований к любому типу обтюратора — строгое соблюдение постоянства времени экспонирования последовательно снимаемых кадров. Даже незначительное изменение в величине экспозиции приводит к неравномерности плотности негативов отдельных кадров и к так называемому *миганию* при просмотре на экране отпечатанного позитива. Такое мигание является следствием некоторой неповторяющейся неравномерности скорости движения обтюратора и обусловливается неполадками в механизме аппарата, приводящем в движение обтюратор через целый ряд промежуточных зубчатых или других передач, находящихся между ним и электродвигателем. При возникновении в механизме каких-либо заеданий происходит мгновенное торможение, приводящее, при наличии неизбежных зазоров (люфтов) в зацеплениях, к толчкам и, следовательно, неравномерности движения обтюратора. Особенно сильно сказываются дефекты этого рода при использовании двухлопастных обтюраторов, когда за один полный оборот снимаются два кадра. В этом случае к механизму предъявляются требования строгого равенства времени, затрачиваемого не на целый оборот, а на полоборота. Трудность выполнения этого условия послужила причиной отказа от применения двухлопастных зеркальных обтюраторов в профессиональной киносъемочной аппаратуре.

Явление мигания становится тем заметнее, чем меньше используемый рабочий угол обтюратора. Строго говоря, при рабочих углах меньше 20° мигание может быть обнаружено даже при достаточно хорошем состоянии механизма аппарата. Вследствие этого без крайней необходимости такие значения угла открытия при съемках не применяются. Если же мигание заметно при углах больше 20°, то это свидетельствует о плохой отладке или неисправности механизма аппарата.

6. Привод аппарата

Для приведения в действие механизма киносъемочных аппаратов почти исключительно используются электродвигатели. Пружинные механизмы встречаются только в некоторых ручных аппаратах хроникального типа и в любительских камерах. Ручной

привод, находивший широкое применение в ранние годы развития кинотехники, в настоящее время практически не используется и служит только как вспомогательный.

Тип приводного электродвигателя выбирается в зависимости от характера съемок, для которых предназначен аппарат. Все киносъемочные камеры, используемые для синхронных съемок с одновременной записью звука, как правило, снабжаются синхронными электродвигателями, обеспечивающими строгое постоянство количества оборотов, а следовательно, и частоты съемки.

Синхронные электродвигатели питаются трехфазным переменным током частотой 50 *гц* и в зависимости от количества пар полюсов позволяют получить 1500 или 3000 *об/мин*. Постоянство количества оборотов зависит только от стабильности частоты питающего напряжения. При ее изменении, соответственно, изменится и количество оборотов, но оно будет иметь одинаковую величину для всех синхронных электродвигателей, питаемых одновременно от общей сети, и, следовательно, синхронность изображения и фонограммы не нарушится. В большинстве конструкций синхронных киносъемочных аппаратов частота съемки 24 *кадр/сек* достигается при 1440 *об/мин* основного приводного вала, и, следовательно, электродвигатель должен давать именно это количество оборотов. Так как при номинальной частоте питания синхронный электродвигатель дает 1500 или 3000 *об/мин*, то между его ротором и выходным валом, соединяемым с аппаратом, вводится редуктор с передаточным отношением 24 : 25 (или, соответственно, 24 : 50), применение которого позволяет получить 1440 *об/мин*. Чаще используются четырехполюсные электродвигатели, ротор которых делает 1500 оборотов, так как при меньшем числе оборотов редуктор создает меньший уровень шума, что существенно при проведении синхронных съемок.

Более редко в конструкции аппарата для синхронных съемок применяется такая кинематическая схема, которая предусматривает вращение основного приводного вала механизма со скоростью 1500 *об/мин* и позволяет использовать четырехполюсные трехфазные синхронные электродвигатели без переходного редуктора. Однако в таких случаях соответствующая редукция предусматривается в отдельных передаточных парах механизма самого аппарата, так как для получения частоты съемки в 24 *кадр/сек* количество оборотов обтюратора и вала грейфера все равно должно быть равно 1440. Таким образом, редуктор не исключается полностью, а только отсутствует в виде отдельного механизма между ротором электродвигателя и валом съемочного аппарата. Примером такой конструкции служит аппарат «Мир» модель 3-КСС, применяемый для синхронных съемок.

За последнее время наметилась тенденция применения для привода киносъемочных аппаратов синхронных электродвигателей гистерезисного типа, преимуществом которых является весьма

малый уровень шума. Работы, проведенные в этом направлении в НИКФИ, конструкторских бюро и на киностудиях, дают основания предполагать, что эти двигатели станут основным видом привода в киносъемочных аппаратах для синхронных съемок.

Во всех аппаратах, предназначенных для съемок с различной частотой, а также для съемок с частотой 24 *кадр/сек*, но без

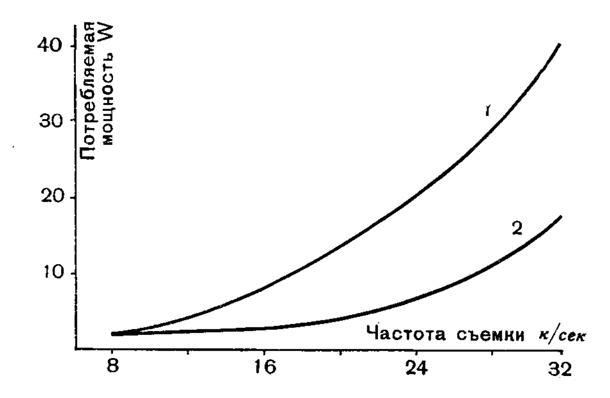


Рис. 30. Зависимость потребляемой аппаратом «Конвас-автомат» мощности от частоты съемки

проведения одновременной синхронной записи звука, чаще других применяются электродвигатели постоянного тока, позволяющие в широких пределах регулировать число оборотов. Благодаря отсутствию строгих требований к уровню шума электродвигатели этого типа могут быть сделаны высокооборотными и, следовательно, более легкими и компактными, чем синхронные аналогичной мощности. Кроме того, их большим преимуществом при использовании в ручных съемочных аппаратах является возможность питания от компактных низковольтных переносных источников постоянного тока, что обеспечивает мобильность работы операторов.

Необходимая мощность приводных электродвигателей определяется величиной нагрузки, создаваемой механизмом киносъемочного аппарата, а она, в свою очередь, зависит от конструкции аппарата, частоты съемки, ширины пленки, ее количества, заряжаемого в кассету, и ряда других причин.

Мощность, потребляемая любым аппаратом, возрастает с увеличением частоты съемки.

У аппаратов одного и того же типа, в зависимости от тщательности изготовления и отладки механизма, величина потребляемой мощности может быть различной. В отдельных случаях эта разница достигает значительной величины.

На рис. 30 показана зависимость мощности от частоты съемки для двух экземпляров аппарата «Конвас-автомат», отличающихся

качеством отладки механизма. У одного из них механизм имеет более тугой ход (кривая *1*), чем у второго (кривая *2*), в результате чего потребляемая мощность больше в два с лишним раза. Приведенный пример является редким случаем по величине разницы мощностей, но взят из практики. Обычно различие между отдельными аппаратами менее значительно, но это следует учитывать при выборе мощности двигателя. Необходимо также учитывать, что во время пуска аппарата момент сопротивления механизма больше, чем при работе с уже установившейся частотой съемки, и, вследствие этого, при недостаточной мощности электродвигателя аппарат будет медленно набирать скорость, расходуя пленку на разгон до нужной частоты. В нормально работающем аппарате время от момента пуска до установления нормальной частоты съемки не должно превышать 0,5—1,0 *сек.*

При работе в зимнее время, в условиях пониженной температуры, ход механизма аппарата становится более тяжелым за счет увеличения вязкости смазочного масла в подшипниках, и потребляемая мощность увеличивается. Учитывая все эти обстоятельства, выбор мощности электродвигателя должен производиться для наиболее сложных условий эксплуатации киносъемочного аппарата и высшей частоты съемки.

Для питания электродвигателей постоянного тока большей частью используются аккумуляторные батареи, составленные из железо-никелевых элементов. Емкость аккумуляторов и количество элементов в батарее подбираются в зависимости от мощности электродвигателя и напряжения, на которое он рассчитан. Питание электродвигателей аппаратов ручного типа для хроникальных съемок , когда вес всего комплекта играет решающую роль, производится от серебряно-цинковых аккумуляторов, которые при одинаковой емкости и напряжении имеют вес и размеры в 4—5 раз меньше, чем железо-никелевые. Батарея таких аккумуляторов для аппарата «Конвас-автомат», состоящая из элементов емкостью 15 *а/час*, вместе с футляром и наплечным ремнем весит около 1,5 *кг*, в то время как батарея для этого же аппарата, составленная из аккумуляторных элементов железо-никелевого типа, при емкости только в 10 *а/час* весит 5 *кг.*

Установка нужной частоты съемки при использовании электродвигателей постоянного тока достигается соответствующим изменением числа оборотов реостатом в цепи шунтовой обмотки. Контроль частоты съемки ведется по показаниям тахометра.

Работы последних лет, выполненные в электротехнической лаборатории НИКФИ, дали основание для принципиального пересмотра систем привода киносъемочных аппаратов, предназначенных как для синхронных съемок с постоянной частотой 24 *кадр/сек*, так и для съемок с регулируемой частотой.

Применение схем с полупроводниковыми выпрямителями позволило создать компактные и стабильные в работе преобразователи

для питания различных киносъемочных аппаратов. Преобразование постоянного тока в переменный с возможностью изменения частоты в широких пределах позволяет применять синхронные электродвигатели для привода аппаратов с регулируемой частотой съемки. В этом случае изменение частоты съемки достигается соответствующим изменением частоты питания синхронного электродвигателя, количество оборотов которого, как известно, пропорционально частоте питающего напряжения.

Другим интересным применением полупроводниковых преобразователей является их использование в схемах, позволяющих осуществить преобразование частоты питающей сети 50 *гц* в частоту 48 *гц*. Такой преобразователь при питании синхронных киносъемочных аппаратов от электросетей промышленной частоты дает возможность отказаться от применения механических редукторов с отношением 24 : 25 для получения 24 *кадр/сек.* Понижение частоты питания до 48 *гц* обеспечивает у любого четырехполюсного синхронного электродвигателя получение 1440 *об/мин*, и, следовательно, механический редуктор оказывается излишним. Возможность исключения редуктора из конструкции аппарата не только упрощает его, но, одновременно, позволяет существенно снизить уровень шума. Сочетание применения такого преобразователя частоты (электрического редуктора) с синхронными электродвигателями гистерезисного типа делает возможным в весьма значительной степени понизить уровень шума аппарата в целом, упростить его конструкцию и снизить вес за счет уменьшения боксирования. Можно ожидать, что в ближайшие годы полупроводниковые преобразователи найдут самое широкое применение для питания приводов различных киносъемочных аппаратов и позволят конструкторам существенно упростить механизм камер и улучшить их эксплуатационные свойства.

Пружинные механизмы в качестве приводных двигателей используются теперь только в некоторых типах киносъемочных аппаратов профессионального назначения, а главное применение они находят в любительской аппаратуре. Преимущество этого вида привода в том, что он не требует никаких источников питания и всегда готов к работе. Однако этим и исчерпываются положительные свойства пружинного механизма. К недостаткам же относятся ограниченное время непрерывной работы, не превышающее 20—25 *сек*, и понижение частоты съемки к концу завода пружины. Кроме того, исключается возможность применения кассет емкостью больше 30—60 *м* пленки, так как их наматыватели создают недопустимую для пружинного двигателя нагрузку. Поддержание постоянства частоты съемки в нужных пределах обеспечивается применением центробежных регуляторов скорости тормозного действия, которые, создавая дополнительную нагрузку, уменьшающуюся к концу завода пружины, в известной степени компенсируют падение величины ее вращающего момента. При

использовании пружины не до конца завода действие центробежного регулятора скорости позволяет поддерживать постоянство частоты съемки с точностью, достаточной для практической работы (± 1 *кадр/сек*).

В наиболее распространенном ручном киносъемочном аппарате типа «Конвас-автомат» пружинный механизм применяется как дополнительный и используется только в отдельных случаях, когда по тем или другим причинам нельзя или нецелесообразно применять электродвигатель. Конструкция пружинного механизма выполнена легкосъемной, и он может устанавливаться и сниматься самим оператором.

Ручной привод, являвшийся в течение многих лет единственным для всех видов съемок, уже не применяется — его полностью вытеснил более удобный для этой цели электродвигатель. Традиционная ручка для привода механизма киноаппарата сохранилась еще в некоторых типах камер, но служит теперь только для вспомогательных целей и, в отдельных случаях, для покадровой съемки. Ручным приводом, как дополнительным, снабжаются киносъемочные аппараты легкого типа. В остальных аппаратах он иногда используется для прокрутки механизма во время зарядки. Для покадровой съемки приводная ручка соединяется непосредственно с валом грейферного механизма, благодаря чему один оборот соответствует съемке одного кадра. Для съемки с нормальной частотой между ручкой и валом аппарата должен находиться редуктор, повышающий число оборотов.

В киносъемочных аппаратах для мультипликационных и некоторых видов комбинированных съемок находят применение специальные виды привода для покадровой съемки. Такие приводы должны обеспечивать два основных вида работы: съемку одного кадра при нажиме кнопки управления с определенной, заранее установленной, продолжительностью экспозиции и непрерывную съемку, с предварительно выбранной частотой кадросмен. В обоих случаях продолжительность экспозиции или частота съемки регулируется в пределах от нескольких кадров в секунду до одного кадра в 1—2 *сек.* Такой темп съемки позволяет получить необходимое и достаточно продолжительное время экспонирования каждого отдельного кадра.

Покадровый привод состоит из электродвигателя, соединяемого с киносъемочным аппаратом через специальный понижающий редуктор или коробку скоростей со ступенчатым изменением передаточного отношения. В некоторых конструкциях двигатель постоянно соединен с редуктором и через него с киносъемочным аппаратом, а автоматическое выключение электродвигателя после съемки одного кадра производится специальным коммутирующим устройством. При повторном нажиме кнопки управления происходит съемка следующего кадра и двигатель вновь выключается. При непрерывной покадровой съемке автоматический покадровый

выключатель отключается и съемка идет непрерывно в заданном темпе до тех пор, пока оператор не прекратит ее вручную нажимом на кнопку остановки. В других конструкциях покадровых приводных устройств электродвигатель работает непрерывно, но при помощи специальной электромагнитной муфты сцепляется с редуктором, а следовательно, и с аппаратом только на время съемки одного кадра. При переключении на режим непрерывной съемки магнитная муфта не выключается и двигатель все время соединен с редуктором и аппаратом.

Во всех случаях изменение передаточного отношения редуктора производится до начала съемки при остановленном электродвигателе, путем введения в зацепление соответствующих пар шестерен редуктора.

Устройство для покадровой съемки выпускается в виде отдельного узла и может использоваться с различными типами киносъемочных аппаратов. В специальном аппарате 1-КСМ для мультипликационных съемок все элементы подкадрового привода введены в конструкцию самого аппарата и являются его неотъемлемой частью.

7. Механизмы наводки на фокус

Правильная и точная наводка на фокус необходима для получения при съемке четкого и резкого изображения снимаемых предметов. Как известно, каждой дистанции до снимаемого объекта соответствует только одно определенное положение объектива относительно плоскости пленки. Выдвижение объектива или расстояние от его главной плоскости до пленки связано с расстоянием от второй главной плоскости до плоскости наводки в предметном пространстве следующей зависимостью:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f},$$

где: a — расстояние от передней главной плоскости объектива до предмета; b — расстояние от задней главной плоскости объектива до изображения предмета; f — фокусное расстояние объектива (рис. 31), но так как

$$a=u+f,\quad b=v+f,$$

то формула может быть преобразована для удобства вычисления величины v, т. е. дополнительного выдвижения объектива, в виде

$$uv=f^2$$

и, следовательно,

$$v=\frac{f^2}{u}.$$

Из приведенных зависимостей следует известное правило, что каждому положению плоскости в пространстве изображений

соответствует только одна плоскость в пространстве предметов. А это значит, что резким может быть только изображение одной плоскости в предметном пространстве, так как предметы, находящиеся в любой другой плоскости, будут изображаться объекти-

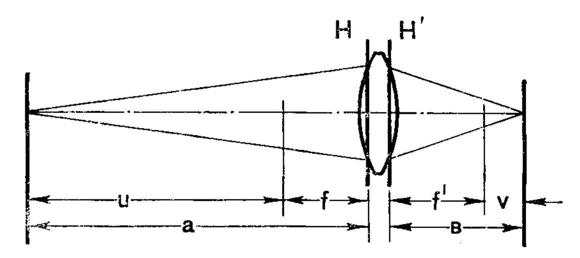


Рис. 31. Схема построения объективом изображения точки

вом в пространстве изображений уже с известным сдвигом, т. е. не в плоскости, в которой находится светочувствительный слой, а следовательно, их изображения будут менее резкими. Однако, учитывая, что глаз воспринимает изображение резким в тех случаях, когда нерезкость не превышает определенной величины, возможна съемка пространственно протяженных предметов.

Теоретически и экспериментально установлено, что киноизображение воспринимается на экране как достаточно резкое в тех случаях, когда изображение точки строится съемочным объективом в плоскости пленки как кружок с диаметром, не превышающим $^1/_{30}$ *мм*. Исходя из этой величины, мы и будем в дальнейшем говорить о глубине резко изображаемого пространства и резкости изображения.

Рис. 32. Зависимость допустимого смещения плоскости пленки от величины действующего отверстия объектива

На рис. 32 приведена схема построения объективом изображения точки в плоскости изображения, т.е. в плоскости эмульсионного слоя пленки. Как видно, изображение точки строится конусом лучей, основанием которого является действующее отверстие объектива, а вершиной — точка пересечения с плоскостью пленки. Если допустить, что приемлемая резкость сохраняется

до тех пор, пока изображение точки не станет кругом с диаметром, превышающим $^1/_{30}$ *мм*, то, очевидно, при перемещении плоскости пленки в пределах $\pm\delta$, как показано на рисунке, изображение сохранит свою резкость. При этом допустимое отклонение от оптимальной плоскости наводки будет тем больше, чем меньше действующее отверстие объектива. С его уменьшением сокращается диаметр основания конуса лучей, строящих изображение точки, а следовательно, и угол, под которым крайние лучи приходят к плоскости пленки.

На том же рисунке схема *А* соответствует полному относительному отверстию объектива, а схема *Б* — ограничению сечения светового пучка диафрагмой. Из этого следует, что чем меньше используемое относительное отверстие объектива, тем больше допустимая зона смещения плоскости пленки от ее оптимального значения, или тем больше глубина резко изображаемого пространства.

Определив крайние допустимые значения δ, можно, пользуясь приведенной выше основной формулой линзы, определить положение в пространстве предметов плоскостей соответствующих $+\delta$ и $-\delta$. Расстояние между этими плоскостями и будет глубиной резко изображаемого пространства, так как для всех предметов, находящихся между ними, будет соблюдаться условие, что каждая точка изображается кружком диаметром меньше $^1/_{30}$ *мм*.

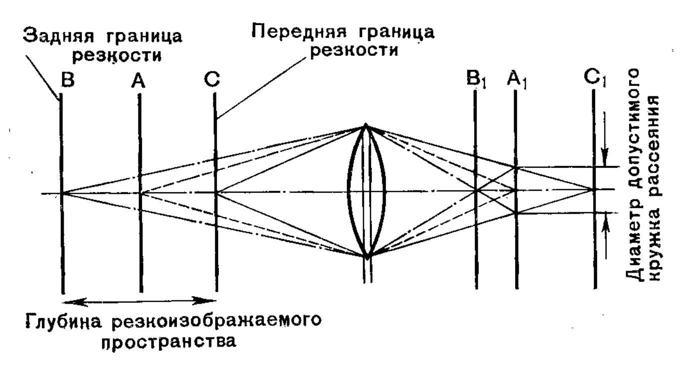


Рис. 33. Глубина резко изображаемого пространства

Рис. 33 иллюстрирует это положение. Если наводка объектива сделана на дистанцию, соответствующую положению плоскости *A* в предметном пространстве, то максимально резко ее изображение будет строиться в сопряженной с ней плоскости *A'* в пространстве изображений, в которой и помещена в данном случае пленка. Причем в этой же плоскости изображения точек, расположенных в плоскостях *B* и *C* предметного пространства, будут строиться в виде кружков предельно допустимого диаметра ($^1/_{30}$ *мм*). Минимальный диаметр изображения точек, лежащих в плоскостях *B*

и C, естественно, будет в сопряженных с ними плоскостях B' и C', которые в данном случае не совпадают с плоскостью пленки. Для любых плоскостей, лежащих между A и B и между A и C, изображение их точек будет тем меньше $^1/_{30}$ *мм*, чем сами плоскости ближе расположены к плоскости A.

Таким образом, все предметы, расположенные между плоскостями B и C, будут изображаться в фокальной плоскости объектива с достаточной степенью резкости. Расстояние до плоскости C называется п е р е д н е й г р а н и ц е й р е з к о с т и, а расстояние до плоскости B — з а д н е й г р а н и ц е й р е з к о с т и.

Очевидно, при неточной или неправильной фокусировке не только уменьшается степень резкости изображения для главной плоскости наводки, но, одновременно, происходит и перераспределение границ резко изображаемого пространства. Если рассматривать требования к точности фокусирования только с точки зрения допустимой нерезкости для основной дистанции наводки, то они будут зависеть от величины используемого отверстия объектива, его фокусного расстояния и, в известной степени, от дистанции наводки.

Не останавливаясь более подробно на вопросах, связанных с зависимостями глубины резко изображаемого пространства, как имеющих скорее художественное, чем техническое значение, обратим внимание только на то, что пределы допустимой ошибки фокусирования не могут определяться, исходя только из условий сохранения допустимой нерезкости для основной плоскости наводки, так как в этом случае глубина резко изображаемого пространства может перемещаться в недопустимых для решения художественных задач пределах. Следовательно, для простых технических ошибок и несовершенства механизмов фокусирования можно отвести только некоторую долю общего рассчитанного допуска (обычно около 25%).

Переходя к конкретным величинам, следует сказать, что при относительных отверстиях съемочных объективов 1 : 2 весь диапазон допустимых смещений пленки относительно оптимальной плоскости наводки составляет $\pm 0{,}066$ *мм*. При уменьшении действующего отверстия до 1 : 4 эта величина возрастет до $\pm 0{,}13$ *мм*, а при относительном отверстии 1 : 5,6 составляет $\pm 0{,}186$ *мм*.

Из этого следует, что соблюдение наибольшей точности наводки необходимо, в первую очередь, при использовании полного относительного отверстия объектива, тем более, что в этих условиях минимальной является и глубина резко изображаемого пространства. (Исходя из указанных 25%, неточность наводки может составлять не более $\pm 0{,}016$ *мм*.)

На рис. 34 в качестве примера приведен график зависимости дополнительного выдвижения объектива с фокусным расстоянием 50 *мм* от дистанции наводки. Как видно, для фокусирования

на различные дистанции от 0,5 *м* должен обеспечиваться ход объектива в пределах 5,5 *мм*. Увеличение начального расстояния до 1,0 *м* сокращает величину перемещения до 2,6 *мм*.

Во всех случаях общая величина необходимого перемещения объектива тем больше, чем меньше начальная дистанция наводки и чем больше его фокусное расстояние. Вследствие этого для

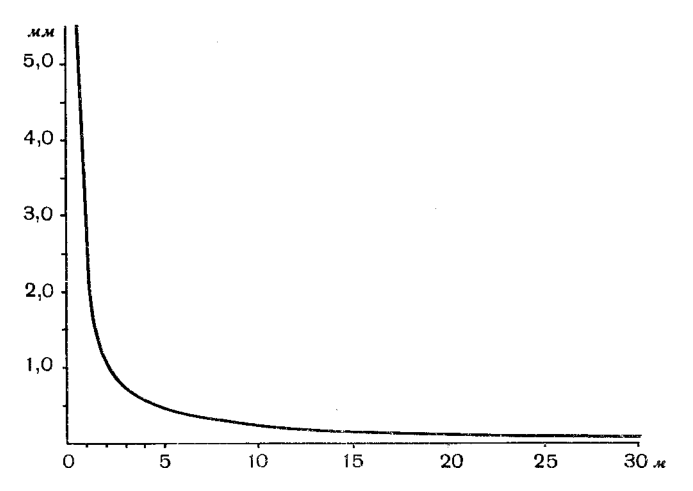


Рис. 34. Зависимость величины дополнительного выдвижения объектива от дистанции наводки

более длиннофокусных объективов обычно увеличивается начальная дистанция фокусирования, что делается с целью уменьшить необходимую величину хода и тем самым повысить точность перемещения объектива, а следовательно, и точность фокусирования. Это не ограничивает съемочных возможностей, так как необходимость съемки на очень близких расстояниях длиннофокусными объективами возникает редко. Для случаев, когда все же желательно произвести съемку каких-либо деталей или мелких предметов с небольшого расстояния, в комплекте съемочных объективов, почти для всех типов аппаратов, имеется один объектив с фокусным расстоянием 75—80 *мм* в специальной оправе, позволяющей фокусировать его для съемки с очень коротких дистанций. Остальные объективы комплекта допускают фокусирование на расстояния от 1—1,5 *м* до бесконечности.

Конструкции механизмов перемещения объективов весьма разнообразны, по характеру управления фокусированием они могут быть сведены в две основные группы. К первой, и, пожалуй, наиболее распространенной, следует отнести индивидуальные переходные оправы, в которых предусмотрена возможность продольного перемещения объектива при наводке на дистанцию съемки. Большей частью такие оправы позволяют выдвигать объектив

прямолинейно, без одновременного вращения вокруг оси. Наводка производится путем поворота специального кольца или поводков на оправе. При этом на самой оправе нанесена шкала дистанций и шкала диафрагм. Объектив в оправе может быстро устанавливаться в гнездо аппарата и фиксироваться в нем в строго определенном положении, относительно плоскости пленки.

Конструкция второй группы оправ, которая фактически является развитием первой, предусматривает возможность дистанционного управления. Кольца, управляющие перемещением объектива с наружной стороны, выполнены в виде шестерен и при вставлении объектива в переходной оправе в объективодержатель аппарата входят в зацепление с соответствующими шестернями механизма фокусирования. Такая конструкция позволяет производить наводку на фокус с места, удобного для оператора или его ассистента. Ручки наводки в аппаратах тяжелого типа обычно расположены: на задней стенке аппарата — для оператора и на боковой — для ассистента.

Определение положения оптимальной наводки на резкость при съемке производится путем измерения расстояния от аппарата до объекта при помощи рулетки, или другим способом, и последующей установки объектива по дистанционной шкале. Метод наводки с непосредственным измерением расстояния до объекта является наиболее точным, но не всегда приемлем по условиям проведения съемки. Когда этим методом пользоваться нельзя, наводка на резкость производится визуально по изображению, видимому в лупе на матовом стекле. Системы визиров с использованием зеркального обтюратора для этой цели особенно удобны, так как позволяют производить фокусирование даже непосредственно во время съемки (подробнее см. раздел «Системы визирования», стр. 56).

Все типы оправ обеспечивают возможность быстрой замены объективов и для этого имеют автоматически действующие фиксаторы или запоры, крепящие их в правильном положении при вставлении в объективодержатель аппарата.

В аппаратах, требующих особо быстрой замены объективов непосредственно во время съемки, применяются турели, позволяющие, одновременно, устанавливать несколько объективов и мгновенно вводить в рабочее положение любой из них путем поворота турели. Такая система смены объективов используется на всех ручных репортажных камерах для хроникальных съемок.

8. Светозащитные устройства

Светозащитные устройства применяются в киносъемочных аппаратах для ограничения количества постороннего света, попадающего в объектив и снижающего контрастность оптического изображения. Если рассеянный свет, возникающий в самом

объективе за счет внутренних отражений светового потока, строящего изображение, является до известной степени неизбежным злом, то попадание постороннего света может быть в значительной степени устранено рациональной конструкцией и правильным использованием светозащитных устройств.

На схеме рис. 35 показан случай использования объектива без светозащитного устройства. Общий угол, в пределах которого

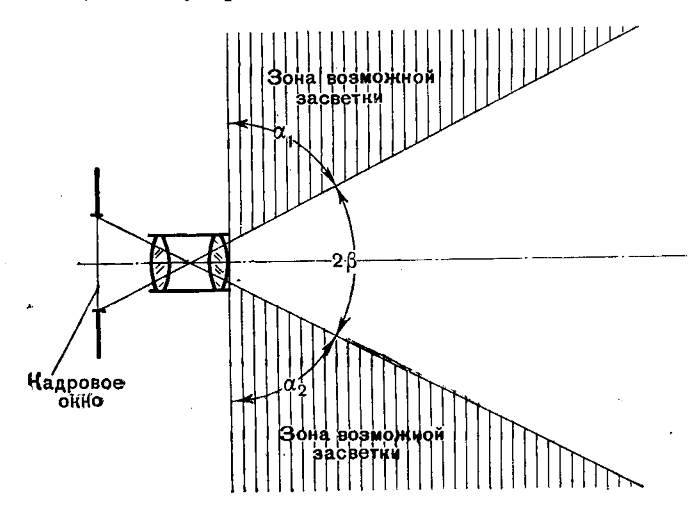


Рис. 35. Зона возможной засветки у объектива без светозащитного устройства

лучи от источников света или освещенных предметов могут попадать в объектив, составляет в этом случае около 180°. Из них угол 2β соответствует полезному углу поля изображения, в пределах которого все предметы изображаются объективом в кадровом окне. Источники света или освещенные предметы, находящиеся в зонах углов α_1 и α_2, являются источниками вредной засветки, от которой объектив желательно защитить. Чем меньше угол поля изображения объектива, тем больше зона возможной паразитной засветки при отсутствии светозащитного устройства. Следовательно, чем больше фокусное расстояние объектива при постоянном формате кадра, тем хуже условия съемки без светозащитного устройства.

На рис. 36 показано действие светозащитного устройства, которое сокращает зону возможной засветки и увеличивает зону полной защиты объектива. Очевидно, при увеличении длины светозащитного устройства, или бленды, зона возможной засветки сокращается, а зона полной защиты соответственно увеличивается. С этой точки зрения целесообразно делать светозащитное устройство возможно более длинным. Однако при увеличении его длины

необходимо, соответственно, увеличивать и поперечный размер, так как в противном случае может возникнуть виньетирование (ограничение) крайних лучей, идущих в объектив от предметов, расположенных на границах полезного поля изображения. Увеличение длины и диаметра светозащитных устройств имеет свои

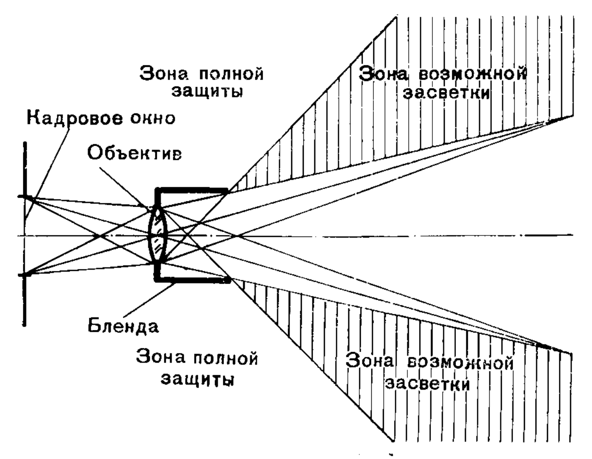


Рис. 36. Сокращение зоны засветки светозащитным устройством

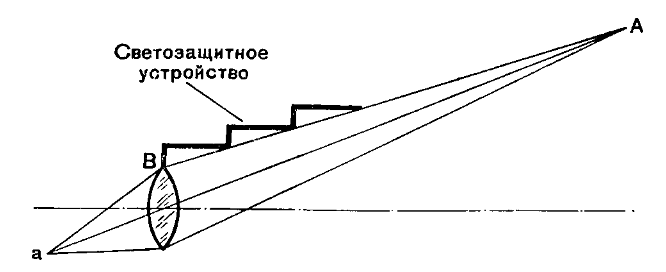


Рис. 37. Правильное построение светозащитного устройства

целесообразные пределы. Виньетирование светозащитным устройством будет отсутствовать при условии, что лучи от точек пространства, изображаемых в углах кадра, будут беспрепятственно достигать всех точек поверхности передней линзы объектива, т. е. заполнять ее световой диаметр.

На рис. 37 показан ход таких лучей из точки A. Весь конус лучей из этой точки достигает объектива и строит изображение в точке a, если внутренняя поверхность светозащитного устройства не препятствует прохождению крайнего луча AB. Светозащитные устройства целесообразно делать прямоугольными с соотношением сторон, соответствующим соотношению сторон кадра. Применение бленд круглого сечения менее выгодно, так как для устранения виньетирования они должны иметь диаметр, соответственно равный диагонали прямоугольного светозащитного устройства, и, следовательно, будут частично пропускать лучи от участков пространства за пределами границ кадра.

В профессиональных киносъемочных аппаратах находят применение светозащитные устройства различной конструкции, но в большинстве случаев это жесткие прямоугольной формы бленды, укрепляемые на передней стенке аппарата при помощи специальных штанг. В ряде случаев применяется промежуточная конструкция, состоящая из жесткой прямоугольной бленды в передней части и растягивающегося меха в задней. Такая система позволяет перемещать бленду и, тем самым, менять ее выдвижение относительно объектива. При использовании жестких бленд они часто также перемещаются в известных пределах по направлению оси объектива.

Так как в набор объективов, которым обычно снабжается любой киносъемочный аппарат, входят объективы различных фокусных расстояний, от очень короткофокусных — широкоугольных — до длиннофокусных, имеющие разные углы поля изображения, ограничиться применением одного жесткого светозащитного устройства оказывается невозможным. В таких случаях аппарат снабжается двумя или несколькими светозащитными устройствами для групп объективов, имеющих близкие фокусные расстояния, и, следовательно, близкие углы. Когда одно светозащитное устройство применяется с несколькими объективами, оптимальная светозащита достигается изменением длины или расстояния установки жесткой бленды от объектива, в зависимости от его фокусного расстояния. В некоторых конструкциях предусматривается установка дополнительных кашет с отверстиями различной величины, ограничивающих поле в нужных пределах.

В конструкцию светозащитного устройства входит держатель для светофильтров, позволяющий, по желанию, одновременно устанавливать до трех различных фильтров одного из нормализованных размеров. При этом один или два светофильтра могут поворачиваться в плоскости, перпендикулярной оси съемочного объектива. На рис. 38 показано светозащитное устройство такого типа — от киносъемочного аппарата «Дружба».

В ручных аппаратах хроникального типа в качестве светозащитных устройств используются жесткие круглые или прямоугольные бленды. Каждый объектив снабжается отдельной блендой, размеры которой соответствуют фокусному расстоянию и относительному отверстию только одного объектива и не могут использоваться с другими. В конструкции индивидуальных бленд предусматривается возможность установки светофильтров в неподвижном положении.

В ручных и штативных аппаратах, имеющих турели для одновременной установки нескольких объективов, при определении размеров бленд приходится считаться не только с соображениями

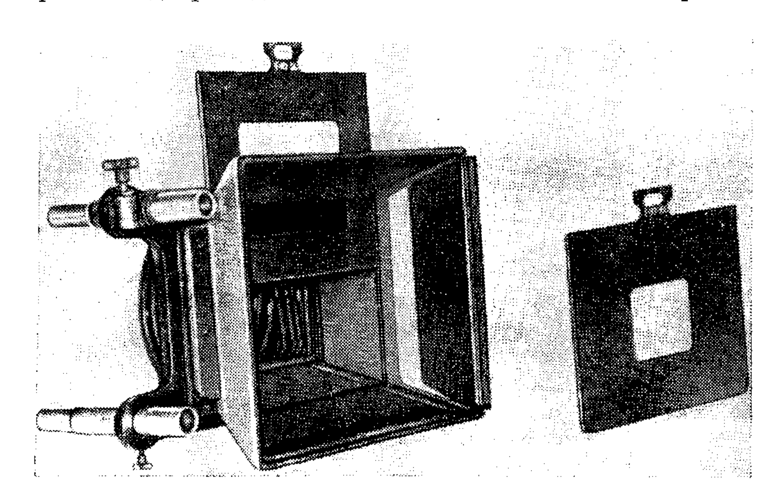


Рис. 38. Светозащитное устройство прямоугольной формы со сменными кашетами и раздвижным мехом

рациональной светозащиты. При близком расположении нескольких объективов бленда объектива, стоящего рядом, может оказаться в поле зрения. В связи с этим приходится несколько ограничивать длину бленд (особенно у длиннофокусных объективов), если в конструкции аппарата не предусмотрено расположение объективов на турели под углом друг к другу, которое исключает взаимное каширование.

9. Системы визирования

При проведении киносъемок и репетиций оператору необходимо иметь возможность непрерывно наблюдать за снимаемым кадром. Это достигается применением различных визирующих устройств, дающих возможность оператору видеть именно тот участок пространства, изображение которого в данный момент строится объективом в границах кадра. Точность совпадения границ видимого в визире и снимаемого участков пространства является одним из основных требований к любому визирующему устройству. Однако, кроме этого, визир должен удовлетворять еще ряду условий, определяющих его качество и удобство пользования.

Изображение, даваемое визиром, должно быть прямым и настолько ярким, чтобы рассматривание не вызывало напряжения при любых уровнях освещенности окружающего пространства,

а его размер достаточно большим, обеспечивающим хорошую видимость мелких деталей. Желательна возможность наблюдения без строгого соблюдения относительного расположения глаза и визира, а еще лучше, если изображение может рассматриваться одновременно двумя глазами. Визир не должен вносить искажений в форму предметов, их цвета и относительную яркость. Целесообразно также иметь возможность по изображению, даваемому визирной системой, оценивать его резкость.

Пока не удалось создать систему визира, удовлетворяющую в полной мере одновременно всем указанным требованиям. Применяемые конструкции являются в той или иной степени компромиссными. Вследствие этого в киносъемочных аппаратах различного назначения применяются разные системы визирования и конструкторы стремятся применить такую из них, которая полнее удовлетворяла бы специфическим условиям работы данного типа аппарата. При большом многообразии конструкций визиров они могут быть разделены на несколько типичных групп.

Приставные оптические визиры

Визиры этой группы представляют собой самостоятельную оптическую систему, механически сочленяемую тем или другим путем с киносъемочным аппаратом. Наиболее характерен для этого типа визир 7С-17. На рис. 39 приведена его оптическая схема вместе с афокальной насадкой, увеличивающей угол поля зрения. Объектив *1* визира строит действительное изображение в плоскости первой — матированной поверхности коллектива *2*, которое рассматривается через длиннофокусный окуляр *3*. Для

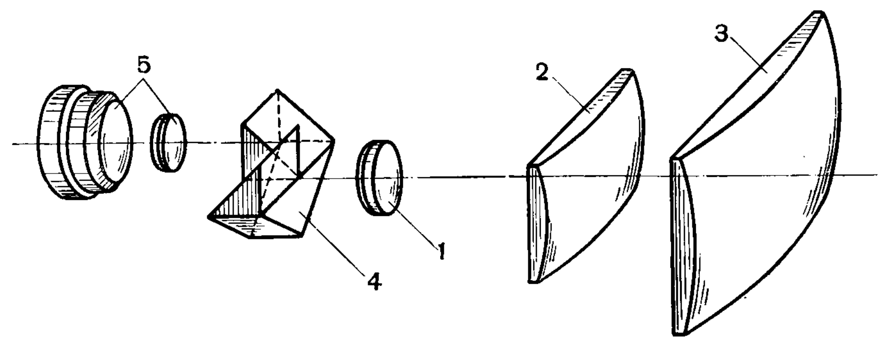


Рис. 39. Схема визира типа 7С-17

получения неперевернутого изображения перед объективом установлена оборачивающая система *4* типа Порро. В тех случаях, когда необходимо увеличить угол зрения системы, перед объективом визира и оборачивающей системой устанавливается афокаль-

ная насадка *5*. Границы изображения, соответствующие тому или другому фокусному расстоянию съемочного объектива, определяются положением передвижных горизонтальных и вертикальных кашет, расположенных вблизи матированной поверхности коллектива. Для уменьшения засветки изображения посторонним светом окуляр визира помещается внутри светозащитной шахты.

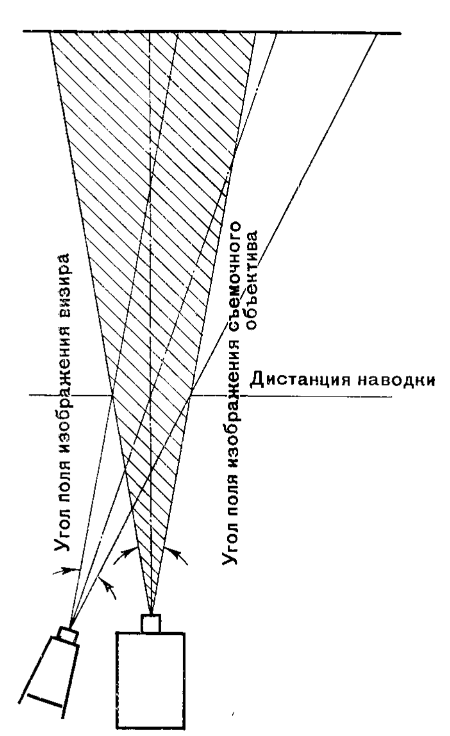


Рис. 40. Параллакс приставного визира

Основное достоинство визиров этого типа — возможность рассматривать изображение двумя глазами без точного соблюдения их положения. Достаточно большое относительное отверстие объектива визира обеспечивает удовлетворительную яркость изображения. Размер изображения, видимого оператором, не сохраняется постоянным при использовании съемочных объективов различного фокусного расстояния, так как в визире применен один несменный объектив, и величина рассматриваемого поля изображения ограничивается перемещающимися кашетами. Чем больше фокусное расстояние съемочного объектива, тем больше приходится ограничивать поле в визире и тем меньше размер изображения. Применение съемной насадки несколько уменьшает этот недостаток, так как позволяет получить полное изображение как для самого короткофокусного объектива (с насадкой), так и для одного из объективов со средним фокусным расстоянием (без насадки). Таким образом, весь диапазон разбивается на два участка, однако в каждом из них наибольший размер изображения соответствует только одному съемочному объективу с наиболее коротким фокусным расстоянием, а для всех остальных он уменьшается пропорционально углу зрения.

Оптическая ось приставного визира всегда смещена относительно оси съемочного объектива, что обусловливает наличие параллакса. С целью уменьшения его влияния обычно применяется та или другая автоматическая корректировка направления оптической оси визира, в зависимости от дистанции наводки съемочного объектива, выполняемая путем соответствующего поворота всего визира или смещения только его объективной части. В обоих случаях устранение параллакса достигается только для плоскости, находящейся на расстоянии наводки. Для всех предметов, расположенных ближе и дальше этого расстояния параллакс сохраняется, и изображение в визире не будет полностью соответствовать снимаемому. Это явление иллюстрируется схемой на рис. 40 и должно учитываться при съемке. Величина параллакса пропорциональна расстоянию между оптическими осями визира и съемочного объектива, а его влияние увеличивается с уменьшением дистанции наводки.

Для сохранения резкости изображения в визире фокусирование его объектива большей частью связывается с наводкой съемочного объектива, но это не дает возможности судить о резкости снимаемого изображения.

Искажения изображения в приставных визирах большей частью находятся в допустимых пределах и не препятствуют нормальному их использованию.

Визиры с зеркальным обтюратором

Применение зеркальных обтюраторов во многих конструкциях киносъемочных аппаратов, разработанных за последние годы, является следствием стремления обеспечить наиболее рациональную систему визирования. Необходимость коренным образом пересмотреть существовавшие принципы построения визиров усугубилась еще и тем, что применявшиеся раньше во многих аппаратах лупы сквозной наводки, служившие дополнительными устройствами к другим типам визиров, практически не могут использоваться при современных негативных кинопленках с противоореольными слоями большой плотности.

Системы визиров, использующие зеркальный обтюратор, свободны от многих недостатков, свойственных другим типам визирующих устройств, так как рассматриваемое в них изображение строится самим съемочным объективом. На рис. 41 приведена принципиальная схема такого визира. Съемочный объектив *1* в момент экспонирования строит изображение объекта в кадровом окне аппарата *2*. Плоский дисковый обтюратор *3* расположен под углом 45° к оптической оси объектива и имеет зеркальную поверхность со стороны, обращенной к объективу. В момент, когда доступ света в кадровое окно закрыт обтюратором, лучи, идущие от объектива, отражаются его зеркальной поверхностью, и изображение строится не в плоскости пленки, а в плоскости матированной поверхности *4* прямоугольной призмы *5*. Эта призма и зеркальная поверхность обтюратора установлены по отношению друг к другу и к плоскости пленки в кадровом окне аппарата таким образом, что расстояние, проходимое лучами, строящими

изображение, от объектива до соответствующих участков кадрового окна равно расстоянию, проходимому этими же лучами до соответствующих точек матированной поверхности призмы при отражении их зеркальной поверхностью обтюратора. Точное соблюдение этого условия обеспечивает одинаковую резкость изображения на пленке и на матированной поверхности призмы. Изображение, построенное объективом на матированной поверхности, рассматривается через лупу *6*, обеспечивающую необходимую

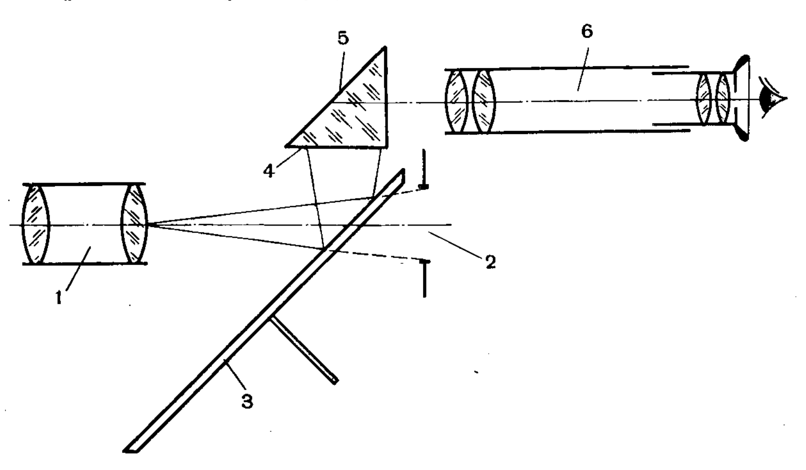


Рис. 41. Принципиальная схема визира с зеркальным обтюратором

степень увеличения. В некоторых конструкциях в месте матированной поверхности призмы может находиться матовое стекло или матированная поверхность коллективной линзы.

Достоинства такой системы визирования, в первую очередь, в том, что она принципиально свободна от параллакса, так как рассматривается снимаемое изображение, попеременно строящееся то в кадровом окне, то на матированной поверхности визирующей системы. Кроме того, при применении объективов любых фокусных расстояний система визирования не требует какой-либо перестройки или регулировки, и во всех случаях размер видимого изображения остается постоянным и зависит только от кратности увеличения лупы. Система позволяет не только контролировать резкость, но и производить фокусирование по изображению в визире. При этом оператор имеет возможность оценить визуально получаемую в каждом отдельном случае глубину резкости. Качество изображения в визирах с зеркальным обтюратором обычно выше, чем в других, так как оно определяется качеством применяемых съемочных объективов, а остальная часть визира — лупа — не вносит заметных для глаза дополнительных искажений.

Особенность этой системы визиров также в том, что яркость изображения при наблюдении во время репетиции больше, чем при съемке. Это объясняется тем, что при остановленном обтюраторе, когда аппарат не работает, свет от съемочного объектива непрерывно поступает только в визирную систему, в то время как при съемке он попеременно направляется в визир и на пленку. Однако этот недостаток не существен, так как обычно яркость изображения бывает достаточной для свободного рассматривания.

К недостаткам визирующих устройств с зеркальным обтюратором следует отнести необходимость рассматривать изображение в лупу одним глазом, что неудобно при быстром и сложном панорамировании. Вследствие этого павильонные и некоторые другие камеры снабжаются дополнительно приставными визирами, свободными от этого недостатка. Другим недостатком является зависимость яркости изображения в визире от светочувствительности применяемой пленки. Чем выше чувствительность пленки, тем при данном уровне освещенности объекта меньше величина относительного отверстия объектива для получения правильной экспозиции и, следовательно, меньше яркость изображения в визире. При репетициях, когда можно открыть диафрагму объектива, это явление отсутствует, при съемке на особо высокочувствительных пленках оно заметно и может до известной степени затруднять работу. Однако опыт операторов-хроникеров, применяющих наиболее светочувствительные пленки, показывает, что зеркальная система визирования даже в этих случаях оказывается лучшей.

Лупы

В ряде типов киносъемочных аппаратов в качестве дополнительного визирующего устройства используются лупы для рассматривания изображения непосредственно на пленке в кадровом окне или на матовом стекле, вводимом вместо пленки. Такая система наблюдения, как правило, может применяться только в период подготовки к съемке при остановленном аппарате. При рассматривании через пленку яркость изображения мала из-за значительной плотности противоореольного слоя или окраски основы, и недостаточна для обеспечения хорошей видимости. При использовании матового стекла обеспечивается достаточная яркость рассматриваемого в лупу изображения, но введение стекла вместо пленки требует перемещения фильмового канала аппарата. Вследствие этих причин применение в качестве визиров луп сквозной наводки по пленке и по матовому стеклу возможно только в некоторых случаях. Они используются, в основном, при комбинированных съемках, когда в процессе работы сохраняется неизменным взаимное расположение съемочного аппарата и объекта съемки.

По качественным показателям визирование по матовому стеклу соответствует применению визиров с зеркальным обтюратором,

так как полностью отсутствует параллакс, сохраняется постоянным размер изображения, а качество его и яркость удовлетворяют всем требованиям.

Лупы сквозной наводки часто используются во многих типах современных киносъемочных аппаратов, но только как дополнение к каким-либо другим визирующим устройствам. Кратность увеличения лупы равна 5—6; в некоторых системах предусматривается возможность ее увеличения для центра поля кадра.

Телескопические визиры

Телескопические визиры применяются только для работы с особоширокоугольными съемочными объективами в аппаратах, предназначенных для съемки широкоформатных фильмов на 70-*мм* кинопленке и в некоторых панорамных аппаратах, так как относительно легче позволяют получить большие углы зрения. Конструктивно они выполняются в виде приставных устройств и имеют автоматическое исправление параллакса для дистанции наводки. Визиры телескопического типа большей частью рассчитаны на работу с одним-двумя широкоугольными объективами близких фокусных расстояний. Изображение рассматривается одним глазом в строго определенном положении. Яркость большей частью достаточна, но качество изображения на краях поля кадра понижается за счет дисторсии.

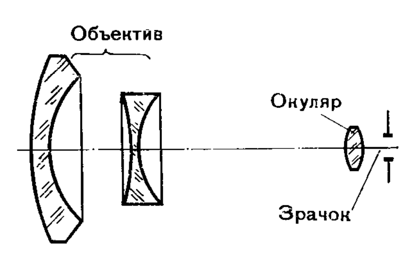


Рис. 42. Схема телескопического визира

На рис. 42 приведена оптическая схема одного из визиров такого типа. Он представляет собой трубку Галилея и состоит из двух элементов: переднего — из двух отрицательных линз — и заднего — положительного, служащего окуляром визира.

В ряде киносъемочных аппаратов, предназначенных для съемки фильмов по способу кинопанорамы, и некоторых других применяются еще несколько типов визирующих устройств. Учитывая, что они встречаются редко и не являются типичными, их описание будет приведено вместе с аппаратами, в которых они используются.

II. ОБЪЕКТИВЫ ДЛЯ КИНОСЪЕМКИ

Общеизвестно, что качество и характер фотографического изображения, получаемого при съемке, в значительной степени зависят от свойств применяемых объективов, особенностей негативной пленки, условий освещения и умения правильно использовать все технические средства для решения поставленной художественной задачи. В ряду этих технических средств первое место должно быть отведено объективам, качество которых существенно влияет на характер киноизображения и, следовательно, на конечный результат съемки.

Оператор-профессионал при съемке художественных, документальных или научно-популярных фильмов не может обходиться без применения набора съемочных объективов различного фокусного расстояния. Для каждого конкретного случая съемки он подбирает наиболее подходящий объектив.

Еще 20—25 лет назад многие операторы стремились снять фильм, применяя, в основном, только один объектив, чем существенно ограничивали свои возможности, но сознательно шли на это, с целью сохранения однородности фотографического изображения во всех кадрах фильма. Объективы были недостаточно совершенны и, отличаясь величиной фокусного расстояния, не являлись идентичными одновременно и по многим другим показателям. Кадры, снятые такими объективами, при последующем монтаже следовали в кинофильме непосредственно друг за другом, что делало особенно заметной для зрителя разницу в характере изображения.

Успехи, достигнутые за последние годы в области расчета и изготовления объективов, позволяют в настоящее время говорить о наборе объективов как о комплекте, в котором каждый отдельный объектив обеспечивает получение однородного по характеру фотографического изображения. Это дает возможность без ограничений производить последовательный монтаж кадров, снятых различными объективами, а оператор может использовать для решения стоящих перед ним художественных задач все возможности, предоставляемые объективами разнообразных фокусных расстояний.

1. Основные показатели киносъемочных объективов

Каждый киносъемочный объектив как оптическая система характеризуется рядом показателей, в числе которых, в первую очередь, должны быть названы: фокусное расстояние, относительное отверстие, угол зрения, разрешающая сила, распределение освещенности по полю кадра, величина светорассеяния, контрастная способность и ряд других. Кроме этого, качество изображения, даваемого объективом, зависит от различного рода остаточных аберраций, т. е. неустраненных искажений, вносимых объективом в изображение снимаемого объекта.

Кратко рассмотрим основные показатели, в первую очередь определяющие свойства и качество объективов, применяемых при киносъемках.

Фокусное расстояние

Фокусное расстояние — одно из основных показателей любого киносъемочного объектива. При определенном формате кадра оно определяет полезный (используемый) угол поля зрения объектива в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Чем меньше величина фокусного расстояния, тем больше соответствующий угол как в пространстве предметов, так и в пространстве изображений.

Под углом поля зрения объектива (2β) понимается угол, образуемый линиями, соединяющими с центром входного зрачка объектива крайние точки пространства или плоскости, еще изображаемые объективом в пространстве изображений с удовлетворительной резкостью и достаточной освещенностью. Объектив может использоваться для съемки на такой формат кадра, диагональ которого равна или меньше диаметра поля изображения. Так как у многих объективов, используемых для киносъемки, диаметр поля изображения, удовлетворяющего указанным условиям, больше диагонали кадра, то и угол поля зрения объектива больше используемого угла зрения, определяемого размерами кадра.

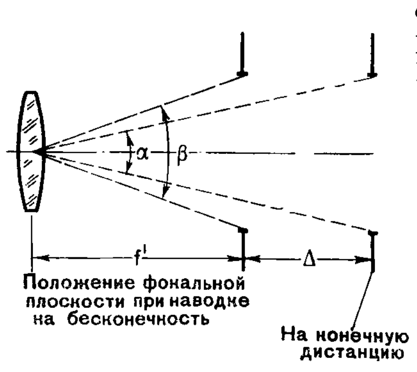


Рис. 43. Изменение величины угла изображения при различных дистанциях наводки:
α — угол поля изображения при наводке на конечную дистанцию, β — угол поля изображения при наводке на бесконечность

В дальнейшем под углом поля зрения или углом поля изображения мы будем подразумевать углы, определяемые величиной фокусного расстояния объектива при том или другом из форматов кинокадра, называя углом в вертикальной плоскости, или вертикальным,— угол, обусловливаемый высотой кинокадра, а углом в горизонтальной плоскости, или горизонтальным,— угол, обусловливаемый шириной кинокадра.

Во всех случаях значения углов будут приводиться для положения, соответствующего наводке объектива на бесконечность, когда величина угла достигает своего наибольшего значения.

В табл. 4 приведены значения углов поля изображения киносъемочных объективов при размере кадра 16 × 22 *мм*.

При фокусировании на конечные дистанции, за счет дополнительного выдвижения объектива, увеличивается расстояние до плоскости пленки и при постоянном формате кадра, соответственно, уменьшается угол (рис. 43). Изменение углов поля изображения (а соответственно, и углов поля зрения) при уменьшении

Таблица 4

Значения углов поля изображения киносъемочных объективов при размере кадра 16 × 22 *мм* *

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Угол поля изображения по горизонтали	Угол поля изображения по вертикали	Фокусное расстояние объектива, *мм*	Угол поля изображения по горизонтали	Угол поля изображения по вертикали
16	69°	53°10′	75	16°40′	12°10′
18	62°50′	47°50′	80	15°40′	11°30′
22	53°10′	39°50′	100	12°30′	9°10′
28	42°50′	31°50′	150	8°20′	6°10′
35	34°50′	25°40′	200	6°20′	4°40′
40	30°50′	22°40′	300	4°10′	3°
50	25°	18°10′			

* Значения углов округлены до 10′.

дистанции наводки достигает значительных величин только при фокусировании на очень близкие расстояния. Для примера в табл. 5 приведена зависимость углов поля изображения от дистанции наводки для объективов нескольких фокусных расстояний.

Таблица 5

Значения углов поля изображения в горизонтальной плоскости при размере кадра 16 × 22 *мм* для различных дистанций наводки

Фокусное расстояние, *мм*	Дистанция наводки, *м*					
	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	∞
18	61°04′	61°58′	62°24′	62°34′	62°40′	62°50′
28	60°48′	41°48′	42°20′	42°32′	42°40′	42°55′
50	22°38′	23°40′	24°14′	24°26′	24°34′	24°50′
75	14°32′	15°32′	16°06′	16°16′	16°26′	16°40′
100	10°28′	11°26′	11°58′	12°10′	12°18′	12°30′

От величины фокусного расстояния объектива также зависит масштаб получаемого при съемке изображения, который одновременно связан с дистанцией до фотографируемого объекта следующей зависимостью:

$$R = \frac{l_2}{l_1} = \frac{F}{U - F},$$

где R — линейное увеличение — масштаб, l_1 — размер предмета, l_2 — размер изображения предмета, F — фокусное расстояние

объектива, U — расстояние до снимаемого предмета. (Величина U должна быть выражена в тех же единицах, что и F.)

Для применяемых и разрабатываемых в СССР киносъемочных объективов установлены следующие ряды фокусных расстояний:

для съемки на 35-*мм* кинопленке при формате кадра 16 × ×22 *мм*— 10, 14, (16), 18, 22, 28, (32), 35, 40, 50, 75, (80), 100, 125, 150, 200, 300, 500, 750 и 1000 *мм*;

для съемки на 70-*мм* кинопленке при формате кадра 52,5 × × 23 *мм* — (15), 22, 28, 40, 56, 75, 100, 125, 150 и 200 *мм*.

Значения фокусных расстояний, указанные в скобках, для разработки новых объективов не рекомендуются.

Отклонения фактических величин фокусных расстояний от номинальных, указанных выше, не должны составлять более ±2% для объективов с фокусными расстояниями до 22 *мм* и ±3% для всех остальных.

Относительное отверстие (светосила) объектива

Относительное отверстие, или светосила, объектива определяет его способность давать на пленке, при прочих равных условиях, более или менее яркое изображение снимаемого объекта. Следовательно, чем больше относительное отверстие объектива, тем при меньшем уровне освещенности может производиться съемка. Одновременно с этим от величины используемого при съемке относительного отверстия зависит глубина резко изображаемого пространства.

Различают два понятия относительного отверстия — г е о м е т р и ч е с к о е и э ф ф е к т и в н о е.

Величина геометрического относительного отверстия определяется отношением максимального диаметра действующего отверстия объектива к его фокусному расстоянию:

$$C = \frac{D}{F},$$

где D — максимальный диаметр действующего отверстия, F — фокусное расстояние.

Действующее отверстие является изображением апертурной диафрагмы через предшествующую ей по ходу света часть объектива. Для большинства конструкций объективов диаметр действующего отверстия при полном открытии диафрагмы близок к диаметру передней линзы. Исключение составляют только особо короткофокусные объективы, у которых диаметр передней линзы часто значительно превышает диаметр действующего отверстия.

Так как при определении геометрического относительного отверстия не учитываются потери света в линзах объектива, проистекающие за счет поглощения в толще стекла и отражения от поверхностей, граничащих с воздухом, то фактическая светосила или эффективное относительное отверстие всегда меньше геометрического на величину, равную сумме всех видов потерь света в объективе. В объективах сложной конструкции, имеющих большое количество линз, потери могут достигать значительной величины, составляющей иногда 30—40%, и ими нельзя пренебрегать при определении экспозиции. Учитывая это обстоятельство, в настоящее время на всех киносъемочных объективах обозначения величин относительных отверстий на шкалах диафрагм наносятся в значениях эффективных, относительных отверстий и только на фронтальном кольце оправы указывается величина полного геометрического относительного отверстия. (На шкалах диафрагм объективов некоторых иностранных фирм указываются и геометрические и эффективные значения. В этом случае цифры, соответствующие эффективным значениям, наносятся красной краской, а геометрическим — белой.)

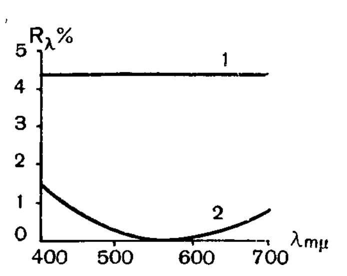


Рис. 44. Зависимость коэффициента отражения от длины волны света для непросветленной (*1*) и просветленной (*2*) поверхностей стекла

С целью уменьшения потерь света и увеличения контрастности изображения все объективы, выпускаемые в последние годы, просветляются, т. е. поверхности их линз, граничащие с воздухом, покрываются тонкой пленкой из прозрачных веществ, имеющих средний показатель преломления между воздухом и стеклом. Нанесение таких пленок существенно снижает количество света, отражаемого поверхностями линз, и тем самым увеличивает светопропускание объектива и уменьшает количество рассеянного света.

Для максимального сокращения отражений толщина наносимых на поверхности линз пленок должна быть равна $^1/_4$ длины световой волны. Так как это условие может быть соблюдено только для какой-либо одной длины волны из всего участка спектра, используемого при фотографировании, то достигнуть полного устранения отражений не удается.

На графике рис. 44 приведена зависимость величины отражения света одной поверхностью воздух — стекло до и после просветления. Как видно, полное устранение отражения имеет место только для одной длины волны (в данном случае для λ 560 *м*μ), а для остальных лучей спектра наблюдается существенное снижение величины отражения по сравнению с непросветленной поверхностью.

В соответствии с действующим в СССР ГОСТом на шкалах диафрагм киносъемочных объективов величины относительных

отверстий наносятся в эффективных значениях. При этом ряд обозначаемых на шкалах эффективных относительных отверстий (диафрагм) выбран таким образом, что каждое последующее деление соответствует отверстию диафрагмы, при котором пропускаемый объективом световой поток уменьшается или увеличивается в два раза по сравнению с предыдущим. Учитывая, что количество света, пропускаемого объективом прямо пропорционально площади отверстия диафрагмы, указанному условию отвечает следующий ряд относительных отверстий: 1 : 1; 1 : 1,4; 1 : 2; 1 : 2,8; 1 : 4; 1 : 5,6; 1 : 8; 1 : 11; 1 : 16; 1 : 22.

Оцифровка шкалы диафрагм каждого типа объективов начинается с относительного отверстия, соответствующего полному открытию диафрагмы (оно может не совпадать с указанным выше рядом). Последующие значения обязательно соответствуют указанным. Второе деление после начального не оцифровывается, если оно отличается от начального менее чем на 10%.

Для удобства чтения значений на шкале диафрагм обозначения величин относительных отверстий наносятся не в полном виде, а проставляются только знаменатели ряда: 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6 и т. д.

Светорассеяние

При прохождении света через киносъемочный объектив происходит отражение части светового потока от поверхностей линз, их торцов и внутренних частей оправы. Часть отраженного света прямо, или после многократных отражений, налагается на даваемое объективом изображение в виде рассеянного света, распределенного более или менее равномерно по всей поверхности кадра. Рассеянный свет создает дополнительную вредную засветку изображения снимаемых предметов. Если бы такой засветки не было, то объектив в плоскости пленки давал изображение, в котором соотношение яркостей отдельных участков соответствовало распределению яркостей аналогичных участков объекта съемки. В этом случае общий интервал яркостей объекта и его оптического изображения были бы равны. В действительности это далеко не так.

В современных просветленных киносъемочных объективах величина светорассеяния составляет всего 1—2%, реже 3% (у непросветленных объективов она может достигать 10—15%). Однако и эта незначительная величина в ряде случаев может оказывать существенное влияние на качество и характер фотографического изображения. Рассеянный свет, накладываясь на теневые части изображения, имеющие незначительную яркость, как бы осветляет их, снижая тем самым общий интервал яркости изображения объекта съемки.

Чем больше общий интервал яркости, тем заметнее сказывается действие рассеянного света. При этом контрастность изображения снижается неравномерно в светлых и теневых местах. В светах, где яркость изображения достаточно велика, рассеянный свет на характер изображения практически не влияет. В тенях, наоборот, чем глубже тени, тем больше сказывается влияние рассеянного света.

Таким образом, рассеянный свет вызывает не только общее уменьшение контраста, но и обусловливает непропорциональную передачу деталей яркости в тенях и светах. При цветных съемках светорассеяние может, кроме того, вызвать явление нежелательной окраски теней изображения в цвета наиболее ярких мест объекта съемки, так как по количеству лучи этих цветов будут преобладать в составе рассеянного света.

Учитывая большое влияние рассеянного света на качество фотографического изображения, следует применять для съемки объективы с возможно меньшим коэффициентом светорассеяния и, кроме того, всегда защищать их от попадания постороннего света, используя надежные светозащитные устройства.

Величину светорассеяния объективов принято выражать коэффициентом светорассеяния, который, в соответствии с нормалью МН-64—59 на метод его измерения, определяется как отношение освещенности образуемого объективом изображения черного предмета, расположенного на равномерно ярком фоне, к освещенности изображения фона. Измерение производится как при полном отверстии диафрагмы, так и при ее промежуточных значениях. При диафрагмировании светорассеяние, как правило, сначала несколько увеличивается за счет отражения света лепестками ирисовой диафрагмы, на обратную сторону которой попадает свет, отраженный поверхностью пленки, а затем уменьшается.

Следует обратить внимание на то, что по методике определения коэффициента светорассеяния измеряется величина светорассеяния в самом объективе. В практических условиях применения объективов в киносъемочных аппаратах действующая величина светорассеяния оказывается несколько бо́льшей, так как имеет место дополнительное рассеяние света деталями киносъемочного аппарата, расположенными вблизи кадрового окна и поверхностью кинопленки. На конечный же результат съемки влияет суммарное количество рассеянного света, налагающегося на изображение, вне зависимости от причин его возникновения.

Распределение освещенности по полю кадра

Освещенность, создаваемая объективом в плоскости изображения, неодинакова по всему полю кадра и убывает по мере удаления от его центра, совпадающего с оптической осью объектива. Распределение освещенности характеризуют отношением осве-

щенности на краю кадра к освещенности в центре, выражая его в процентах. Как правило, падение освещенности увеличивается с возрастанием угла поля зрения объектива и в части, определяемой чисто геометрическими факторами, составляет:

$$E'_{\omega} = E'_0 \cos^4 \omega,$$

где ω — угол между оптической осью объектива и главным лучом, приходящим в точку поля изображения, для которой определяется величина падения освещенности; E'_0 — освещенность в центре поля изображения; E'_{ω} — освещенность в определяемой точке (в частности, на краю кадра).

Кроме того, снижение освещенности к краям поля изображения происходит еще и за счет виньетирования косых пучков лучей оправой объектива или диафрагмой поля зрения.

В результате падение освещенности на краю кадра у широкоугольных короткофокусных объективов может достигать значительной величины. Так, у объектива ОКС1-16-1, рассчитанного на формат кадра 16 × 22 *мм* и имеющего фокусное расстояние 16 *мм*, освещенность на краю составляет всего 14% от освещенности в центре, а для объектива ОКС1-18-1 с фокусным расстоянием 18 *мм* освещенность на краю равна 30%.

При расчете и конструировании особо широкоугольных объективов принимаются специальные меры для уменьшения падения освещенности. Методика расчета таких объективов предложена и разработана проф. М. М. Русиновым. Рассчитанный им объектив «Кинорусcар 10А» с фокусным расстоянием 28 *мм* для съемки широкоформатных фильмов (кадр 52,5 × 23 *мм*) обеспечивает получение на краю поля освещенности в 52%.

Благодаря особенностям восприятия изображения глазом, падение освещенности на краях изображения на экране в кинотеатре, если оно не достигает большой величины, замечается мало. Однако в ряде случаев оператору, особенно при съемке на цветную пленку, имеющую пониженную фотографическую широту, и при использовании широкоугольных объективов, следует учитывать наличие падения освещенности и, по возможности, компенсировать его соответствующим освещением снимаемой сцены для получения ровного по плотности негатива.

Фотографическая разрешающая сила

Фотографической разрешающей силой объектива называется его способность воспроизводить раздельно мелкие детали объекта съемки в различных частях поля изображения. Величина разрешающей силы выражается наибольшим числом штрихов (линий) на один миллиметр, видимых раздельно в негативе. Такое определение фотографической разрешающей силы связывает свойства объектива с некоторыми качественными показателями фотографического светочувствительного материала и тем самым дает характеристику не самого объектива, а системы объектив — пленка.

Применительно к киносъемочным и фотографическим объективам, которые всегда используются для фиксации изображения на светочувствительном материале, такой способ обеспечивает получение результатов, наиболее близко соответствующих практическим. Возможность сопоставления между собой различных объективов по величине разрешающей силы обеспечивается применением определенных типов кинопленок с нормированными фотосвойствами, постоянных условий экспонирования и химико-фотографической обработки.

Количественное определение фотографической разрешающей силы объективов производится путем съемки прозрачных радиальных или штриховых мир абсолютного контраста испытуемым объективом, устанавливаемым для этой цели в специальную точную фотокамеру, где с большой степенью точности обеспечивается плоскостность положения пленки.

Для определения величины разрешающей силы объектива не только в центре кадра, но и по всему полю фотографируемые миры располагаются так, чтобы их изображения при съемке находились не только в центре, но и по полю кадра. Приводимые в каталогах и литературе значения фотографической разрешающей силы обычно определяются при полном относительном отверстии объектива.

Разрешающая сила объектива зависит от характера распределения энергии в изображении точки, даваемой объективом, и, следовательно, в известной степени служит суммарным критерием качества устранения различных видов аберраций. Вместе с тем ее не следует отождествлять с понятием резкости или качества изображения, которое зависит еще от ряда других факторов.

Величина фотографической разрешающей силы обычно убывает по мере удаления от центра кадра, и вследствие этого ее значение для каждого объектива указывается отдельно для центра и края. При диафрагмировании величина фотографической разрешающей силы объектива обычно увеличивается до некоторого определенного значения относительного отверстия, после чего дальнейшее диафрагмирование уже не приносит улучшения, а в некоторых случаях приводит к уменьшению разрешающей силы.

Для современных киносъемочных объективов фотографическая разрешающая сила в центре кадра достигает 55—65 *лин/мм*, снижаясь к краям до 25—40 *лин/мм*.

Светопропускание

Величина светопропускания характеризует суммарные потери света в киносъемочном объективе и выражается отношением величины светового потока, прошедшего через объектив к величине

вошедшего в него потока. Светопропускание выражается в процентах и, как правило, определяется для лучей, образующих изображение в центре кадра, т. е. проходящих через объектив без виньетирования.

Задний отрезок, или вершинное фокусное расстояние

Задним отрезком, или вершинным фокусным расстоянием, объектива называется расстояние от вершины последней по ходу света линзы объектива до точки заднего главного фокуса, т. е. точки пересечения пучка лучей, проходящих параллельно оптической оси объектива. Величина заднего отрезка определяет возможность применения объективов в киносъемочных аппаратах различной конструкции и измеряется с точностью до 0,1 *мм*.

Обычно у объективов величина заднего отрезка меньше величины фокусного расстояния. Однако в последнее время, в связи с широким распространением киносъемочных аппаратов с зеркальными обтюраторами, при расчете применяются специальные меры для увеличения заднего отрезка у короткофокусных объективов до размеров, позволяющих использовать их в указанных аппаратах. Величина вершинного фокусного расстояния у таких объективов часто значительно превышает величину фокусного расстояния. Так, у киносъемочного объектива ОКС1-16 с фокусным расстоянием 16 *мм* вершинное фокусное расстояние равно 24,8 *мм*.

2. Объективы с переменным фокусным расстоянием

За последнее время в практике различных видов киносъемки все большее применение находят объективы с переменным фокусным расстоянием. Их особенность в том, что оператор, не прерывая съемки, может в известных пределах, определяемых конструкцией объектива, плавно изменять величину фокусного расстояния и тем самым угол зрения объектива и масштаб изображения снимаемых предметов. При этом для всех значений фокусного расстояния сохраняется постоянство установленной величины относительного отверстия и наводка на резкость, сделанная предварительно на нужную дистанцию. Эти свойства объективов с переменным фокусным расстоянием позволяют использовать их для получения эффекта приближения к объекту съемки (наезд) или удаления от него (отъезд) при неизменном положении камеры. Это особенно ценно в условиях хроникально-документальных съемок, когда выполнение наезда или отъезда в его классическом виде, путем перемещения аппарата, часто бывает невозможно. При других видах съемок, встречающихся в практике художественной и научно-популярной кинематографии, применение объективов с переменным фокусным расстоянием позволяет упростить организацию съемки и ускорить ее проведение.

Однако использование объективов с переменным фокусным расстоянием не ограничивается только случаями получения непрерывного, плавного изменения масштаба изображения. По мере совершенствования объективов и улучшения качества изображения они все чаще заменяют набор обычных объективов с различными постоянными фокусными расстояниями.

Такое применение этих объективов имеет особенно большое значение для операторов-хроникеров и важно в тех случаях, когда необходима постоянная готовность аппарата к съемке в различных, часто непредвиденных, условиях. Чрезвычайно удобно иметь легкий ручной аппарат с одним объективом и возможностью изменять величину его фокусного расстояния в необходимых пределах как плавно во время съемки, так и устанавливать нужное в каждом отдельном случае значение.

Выпускаемые в настоящее время объективы с переменным фокусным расстоянием типа «Ленар» еще не полностью удовлетворяют таким требованиям и не могут всегда заменить набор объективов с постоянными фокусными расстояниями. Диапазон изменения величины фокусного расстояния объективов «Ленар» (40—162 и 50—200 *мм*) еще недостаточен, а минимальное фокусное расстояние велико, что не позволяет отказаться от применения дополнительно, хотя бы широкоугольных объективов с фокусными расстояниями 18,22 и 28 *мм*. Кроме того, качество изображения, даваемое объективами с переменным фокусным расстоянием, пока несколько ниже, чем у обычных. Однако удобство таких объективов велико и операторы все шире используют их в своей работе, а наряду с этим специалисты-оптики и конструкторы непрерывно работают над дальнейшим совершенствованием объективов с переменным фокусным расстоянием.

Следует обратить внимание на то, что при использовании объективов с переменным фокусным расстоянием для получения эффекта наезда (или отъезда) характер изменения изображения несколько отличается от получаемого при обычном наезде, с перемещением съемочного аппарата, и постоянном фокусном расстоянии объектива.

В первом случае — при изменении величины фокусного расстояния и постоянной дистанции съемки — имеет место одинаковое изменение масштаба изображения всех предметов в кадре, независимо от их взаимного расположения по глубине пространства и удаленности от аппарата.

Во втором случае — при перемещении камеры и постоянном фокусном расстоянии объектива — изменение масштаба изображений предметов, расположенных на различном расстоянии от аппарата, происходит не в одинаковой степени. Для предметов, расположенных ближе к аппарату, масштаб изменяется больше,

а для удаленных от него — меньше. В этом нетрудно убедиться, сделав элементарный расчет.

На рис. 45 представлено относительное расположение аппаратов и объекта съемки при выполнении наезда камерой с объективом постоянного фокусного расстояния, перемещающейся из точки *А* в точку *Б*, и камерой с объективом переменного фокусного расстояния, находящейся неподвижно в точке *А*. При этом в начальном положении для обоих аппаратов расстояние до предметов первого плана равно 5 *м*, а до предметов второго плана — 7,5 *м*. В неподвижной камере использован объектив с начальным

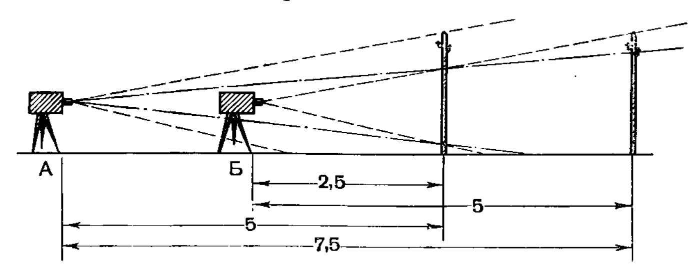


Рис. 45. Схема выполнения «наезда»

значением фокусного расстояния 50 *мм*, в перемещающейся камере обычный объектив с постоянным фокусным расстоянием тоже 50 *мм*.

Определяя масштабы изображения по формуле:

$$R = \frac{f}{l - f},$$

где f — фокусное расстояние объектива, а l — расстояние до предмета, получим: в первом положении, когда оба аппарата находятся в точке *А* и фокусные расстояния их объективов равны 50 *мм*, масштабы изображения предметов будут одинаковы и составят для предметов первого плана — 0,01 и для второго — 0,0067.

Во втором положении, когда аппарат с объективом переменного фокусного расстояния остался в той же точке, но фокусное расстояние объектива увеличилось в два раза и стало равным 100 *мм*, а второй аппарат приблизился к объективу съемки на 2,5 *м*, т. е. расстояние между ним и предметами первого плана сократилось в два раза, масштабы изображений будут составлять:

для предметов первого плана при съемке аппаратом, находящимся в точке *А*, с объективом 100 *мм* — 0,02;

для предметов второго плана — 0,0134;

для второго аппарата, с постоянным фокусным расстоянием объектива 50 *мм*, переместившегося в точку *Б*, масштаб изображения предметов первого плана составит — 0,02, а для предметов второго плана — 0,01.

Таким образом, если масштаб изображения предметов первого плана в обоих случаях увеличился в два раза (от 0,01 до 0,02), то для предметов второго плана изменение масштаба изображения оказалось различным. Для неподвижного аппарата с объективом переменного фокусного расстояния масштаб изображения предметов второго плана удвоился (0,0067 и 0,0134), как и для предметов первого плана, а для аппарата с объективом постоянного фокусного расстояния, переместившегося в точку *А* , он увеличился только от 0,0067 до 0,01, т. е. меньше, чем в первом случае.

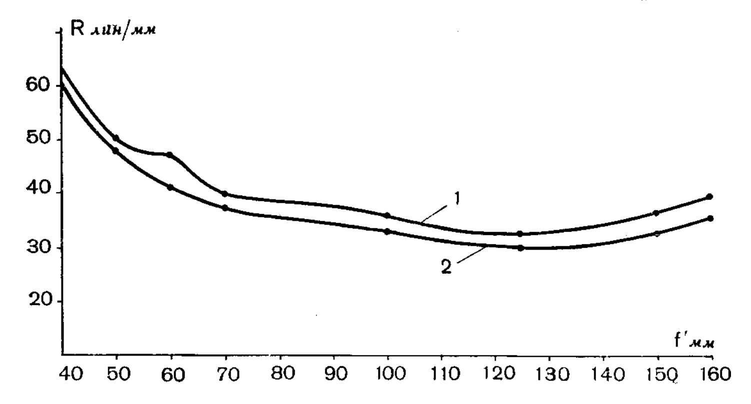


Рис. 46. Разрешающая сила объектива «Ленар-2» при относительном отверстии 1 : 3,8 в центре поля для различных значений фокусного расстояния

Объективы с переменным фокусным расстоянием, по сравнению с обычными, являются значительно более сложными оптическими системами, так как должны обеспечивать необходимые качественные показатели и иметь минимальные значения остаточных аберраций не при одном фокусном расстоянии, а при всех значениях в диапазоне изменения. Эти условия вызывают необходимость создания сложных многолинзовых объективов, у которых взаимное расположение отдельных компонент не постоянно, и они перемещаются относительно друг друга при изменении величины фокусного расстояния. Вследствие этого отдельные параметры таких объективов не являются постоянными для всех значений фокусного расстояния и могут изменяться в определенных пределах, оставаясь в пределах норм, обеспечивающих необходимое для киносъемок качество изображения. Так, при изменении величины фокусного расстояния изменяются в известных пределах разрешающая способность как в центре, так и по полю кадра, распределение освещенности и величина светорассеяния.

На рис. 46 приведены кривые, характеризующие изменение величины фотографической разрешающей силы объектива типа «Ленар» в центре поля при изменении фокусного расстояния от 40

до 160 *мм*. На этом графике кривая *2* соответствует разрешающей силе при непрерывном изменении фокусного расстояния объектива, а кривая *1* — при оптимальном фокусировании для каждого отдельного значения фокусного расстояния. Сопоставление этих кривых дает возможность судить о точности работы сложного

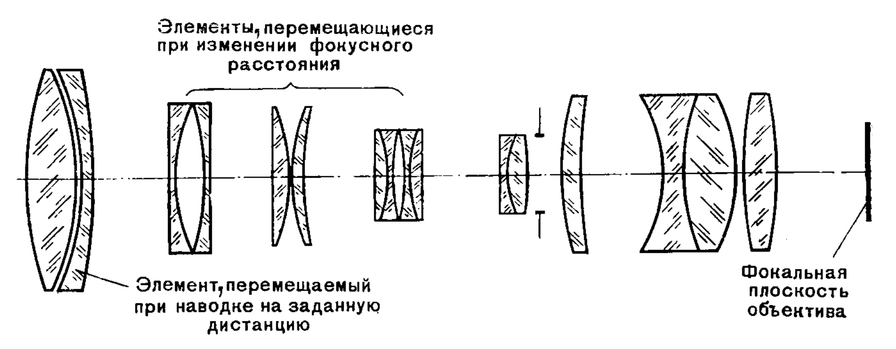


Рис. 47. Схема объектива типа «Ленар-1» с переменным фокусным расстоянием

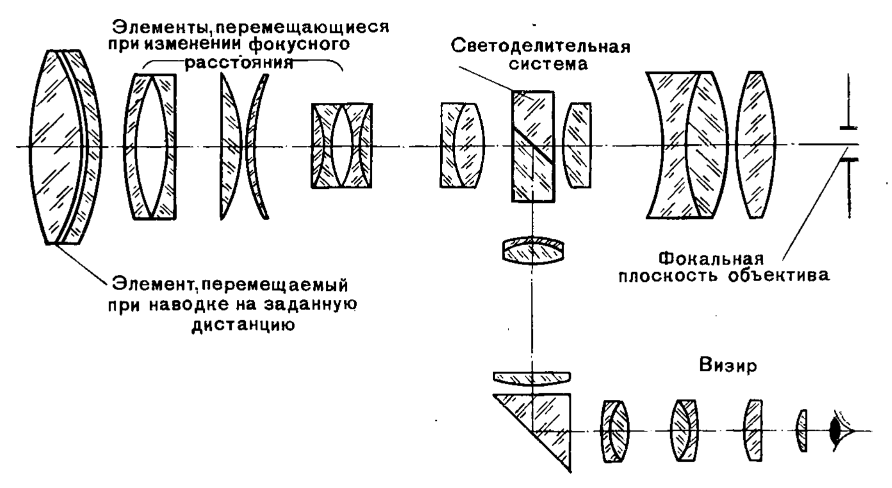


Рис. 48. Схема объектива типа «Ленар-2» с визирующим устройством

механизма объектива с переменным фокусным расстоянием. Как видно, разница в величине разрешающей силы в обоих случаях не очень значительна.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускается несколько типов объективов «Ленар» с переменным фокусным расстоянием. Все модели этих объективов, отличающиеся диапазоном изменения фокусного расстояния и форматом кадра, для

которого они предназначены, выполнены по аналогичным схемам. Они состоят из объектива соответствующего фокусного расстояния и расположенной перед ним афокальной насадки переменного увеличения. Изменение увеличения насадки в пределах от 0,52 до 2,1 достигается перемещением двух внутренних отрицательных компонент, чем и обеспечивается 4-кратное изменение фокусного расстояния всей системы объектива типа «Ленар». Фокусирование на заданную дистанцию производится путем перемещения передней группы линз насадки.

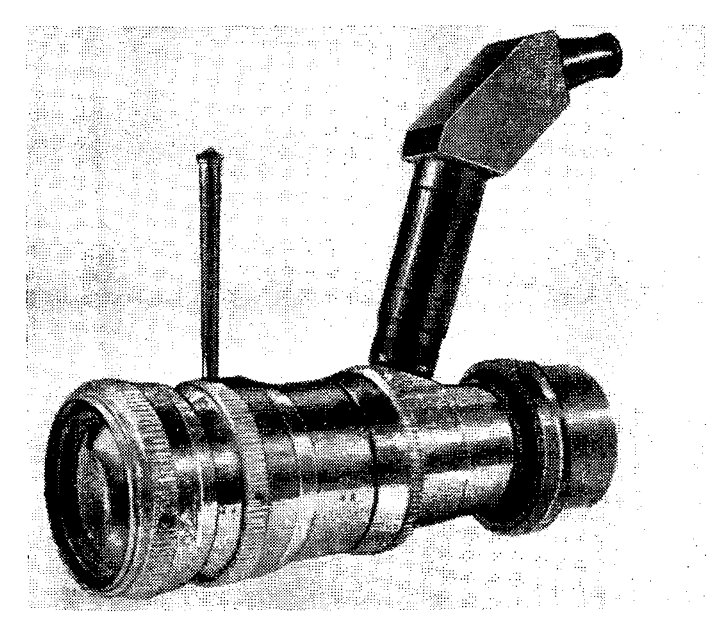


Рис. 49. Объектив «Ленар» с визирующим устройством

При использовании таких объективов в киносъемочных аппаратах с зеркальным обтюратором наблюдение за границами снимаемого кадра и резкостью изображения производится через визирную систему аппарата и не требует каких-либо специальных дополнительных устройств.

Для применения в аппаратах без зеркального обтюратора объективы с переменным фокусным расстоянием снабжаются специальным визирующим устройством, входящим непосредственно в конструкцию объектива и позволяющим оператору видеть изображение как во время работы, так и при подготовке к съемке.

На рис. 47 приведена оптическая схема объектива «Ленар-1» без визирующего устройства на рис. 48 —«Ленар-2», со специальным визиром, а на рис. 49 — его общий вид.

3. Объективы для новых систем кинематографа

Развитие техники кинематографии за последние годы характеризовалось разработкой новых систем, из которых практическое применение нашли — кинопанорама, широкоэкранный и широкоформатный кинематограф. Общее и основное для всех этих систем — стремление существенно увеличить угловые размеры снимаемого и видимого зрителями киноизображения. В каждой из указанных систем эта задача решается различными способами.

В системе широкоэкранного кинематографа, использующего 35-*мм* кинопленку, расширение угла зрения по горизонтали достигается применением специальной оптики для съемки и проекции фильмов, а также за счет некоторого увеличения общих размеров кадра. Объективы, применяемые для съемки, отличаются той особенностью, что даваемое ими изображение в горизонтальной плоскости имеет масштаб в два раза меньше, чем в вертикальной, т. е. изображение как бы сжато по горизонтали — анаморфировано. При демонстрации фильма происходит обратное явление — проекционный объектив удваивает масштаб изображения, растягивая его в горизонтальном направлении, чем обеспечивается восстановление правильных первоначальных пропорций.

В системе широкоформатного кинематографа увеличение угла зрения достигается за счет применения для съемки и изготовления фильмокопий пленки шириной 70 *мм* при шаге кадра в пять перфораций или 23,75 *мм*. На такой пленке размер кадра в негативе больше, чем на 35-*мм* кинопленке, и равен 23 × 52,5 *мм*.

Следовательно, при использовании съемочных объективов с равными фокусными расстояниями углы поля изображения как по горизонтали, так и по вертикали будут больше, пропорционально линейным размерам кадра. Одновременно с этим качество изображения в широкоформатной системе лучше, так как при равенстве прочих условий для получения на экране одинакового размера изображения потребуется меньшая степень увеличения, или при сохранении масштаба увеличения может быть соответственно увеличен размер экрана.

В системе кинопанорамы увеличение угла достигается применением трех отдельных 35-*мм* кинопленок для съемки и проекции фильмов, на которых располагаются три частичных изображения, совмещаемые на экране в одно общее. Кроме того, размер отдельного кадра на каждой из трех пленок больше, чем в системе обычного кинематографа, и равен для негативного кадра 28,3 × × 25,4 *мм*. Шаг кадра в системе кинопанорамы составляет 6 перфораций или 28,5 *мм*.

Съемка каждой из трех частей изображения осуществляется отдельным объективом, установленным по отношению к двум остальным таким образом, что в зоне стыков изображений, даваемых смежными объективами, происходит некоторое перекрытие

изображений. Это позволит в дальнейшем при проекции наложить друг на друга края смежных изображений и тем самым снизить заметность стыков. Для этой цели при печати панорамных фильмокопий в зоне перекрытия изображения печатаются с плавно возрастающей к краю плотностью. На пленке зона перекрытия соседних изображений составляет около 1 *мм*.

Таким образом, общий размер панорамного изображения в негативе, за вычетом участков перекрытия, составляет 74,2 × 28,3 *мм*, что по площади больше, чем у других систем кинематографа. Так как съемка отдельных планов и демонстрация панорамных фильмов производится одновременно тремя объективами одного фокусного расстояния, обеспечивающими равномасштабность всех трех изображений, то общий угол зрения в горизонтальной плоскости будет почти в три раза больше, чем угол зрения одного объектива. (Общий угол несколько меньше суммы углов отдельных объективов за счет частичного перекрытия изображений друг другом.) Вертикальный угол для общего изображения равен углу одного объектива.

Объективы для съемки широкоэкранных фильмов

Для съемки широкоэкранных фильмов с анаморфированным в горизонтальном направлении изображением применяются специальные оптические системы. Такие системы, как известно, не являются аксиально симметричными и обладают симметрией только относительно двух взаимноперпендикулярных плоскостей — главных сечений системы. Это и определяет их основную особенность — фокусные расстояния таких систем, а следовательно, и масштабы изображения в этих двух взаимноперпендикулярных плоскостях различны.

В СССР теория анаморфотных систем и методика их расчета разработаны проф. Д. С. Волосовым с сотрудниками. Ими же выполнены основные расчеты, по которым сконструировано и изготовляется большинство киносъемочных и кинопроекционных оптических систем для широкоэкранного кинематографа.

Применяемые для съемки фильмов анаморфотные системы состоят из сферических съемочных объективов и цилиндрических афокальных насадок. Последние, в свою очередь, имеют несколько цилиндрических линз. Насадки устанавливаются перед объективом таким образом, чтобы образующие располагались параллельно вертикальной оси кадра. В этом случае насадка в меридиональном сечении — по ширине кинокадра — уменьшает фокусное расстояние объектива и, следовательно, соответственно увеличивает угол поля изображения, не внося каких-либо изменений в оптические свойства объектива в сечении, перпендикулярном к меридиональному, т. е. соответствующему вертикали кадра. Общий вид одной из насадок приведен на рис. 50, а на рис. 51 — ее оптическая схема в вертикальном (*А*) и горизонтальном (*Б*) сечениях.

В системе широкоэкранного кинематографа принято двукратное анаморфирование изображения в горизонтальной плоскости. В соответствии с ГОСТом 9040—59 коэффициент анаморфирования (A) киносъемочных анаморфотных блоков и насадок с объективом должен быть равен 0,50 для центра поля.

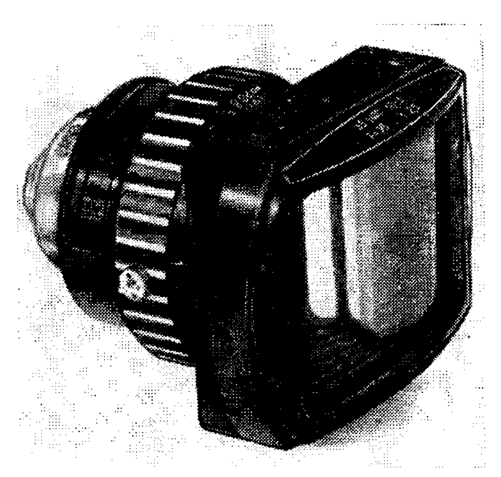


Рис. 50. Анаморфотная съемочная насадка

Коэффициент анаморфирования оптической системы, определяющий степень деформирования изображения по ширине кадра, выражается отношением линейных увеличений в горизонтальном ($\beta_г$) и вертикальном ($\beta_в$) сечениях:

$$A = \frac{\beta_г}{\beta_в}.$$

В идеале коэффициент анаморфирования не должен изменять свою величину по полю кадра и в зависимости от дистанции наводки, однако, практически незначительные изменения его величины имеют место.

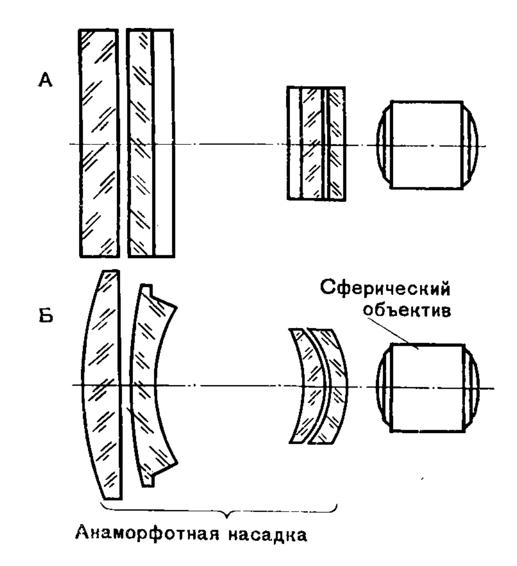


Рис. 51. Схема цилиндрической анаморфотной съемочной насадки

Для съемки широкоэкранных фильмов промышленностью выпускаются два вида анаморфотных оптических систем: анаморфотные насадки и анаморфотные блоки (объективы). По оптическим показателям и схемам они аналогичны и отличаются только конструктивным оформлением. Насадки сочленяются со сферическими объективами, имеющими специальные оправы, при установке на аппарат, и в ряде случаев одна насадка может использоваться с объективами нескольких фокусных расстояний. Вследствие этого основное применение насадки находят в легких ручных аппаратах хроникального типа, где уменьшение общего веса операторского набора оптики играет решающую роль. Анаморфотные блоки представляют собой насадку и объектив конструктивно оформленными в одну систему, что обеспечивает строгое сохранение постоянства юстировки. Блоки применяются главным образом на синхронных павильонных съемочных аппаратах и других камерах тяжелого типа.

Таблица 6

Углы поля изображения киносъемочных анаморфотных объективов при размерах широкоэкранного кадра 18,7 × 23,8 и 18,7 × 22 *мм*

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Угол поля изображения при кадре 18,7×23,8 *мм*		Угол поля изображения при кадре 18,7×22 *мм*	
	вертикальный	горизонтальный	вертикальный	горизонтальный
30	34°40′	76°50′	34°40′	72°30′
35	29°54′	68°26′	29°54′	64°16′
40	26°18′	61°30′	26°18′	57°36′
50	21°12′	50°54′	21°12′	47°30′
75	14°12′	35°12′	14°12′	32°42′
80	13°20′	33°08′	13°20′	30°46′
100	10°40′	26°46′	10°40′	24°48′
150	7°06′	18°02′	7°06′	16°40′
200	5°20′	13°34′	5°20′	12°34′

Анаморфотные съемочные насадки и блоки выпускаются с объективами, имеющими фокусные расстояния 30, 35, 40, 50, 75, 80, 100, 150 и 200 *мм*. Все эти системы пригодны для формата широкоэкранного кадра 18,7 × 23,8 и 18,7 × 22 *мм*. Значения углов поля изображения для обоих форматов кадра приведены в табл. 6.

Объективы для съемки широкоформатных фильмов

В результате больших исследовательских работ, выполненных коллективами советских специалистов-оптиков под руководством проф. Д. С. Волосова (ЛИКИ) и проф. М. М. Русинова (ЛИТМО), Центральным конструкторским бюро был разработан ряд специальных объективов для съемки широкоформатных фильмов на 70-*мм* пленке. Уже в настоящее время промышленностью выпускается набор объективов с диапазоном фокусных расстояний от 28 до 300 *мм*, рассчитанных на формат кадра 52,5 × 23 *мм*. Эти же объективы используются и при формате 50 × 23 *мм*.

Стремление получить при съемке широкоформатных фильмов возможно большие углы поля изображения заставляет проводить работы по созданию съемочных объективов с еще более короткими фокусными расстояниями (12—15 *мм*). Однако такие объективы пока дают большие геометрические искажения, что ограничивает их применение съемкой отдельных кадров.

Следует отметить, что использование короткофокусных широкоугольных объективов в любых системах кинематографа приводит к искажению геометрической формы снимаемых предметов при

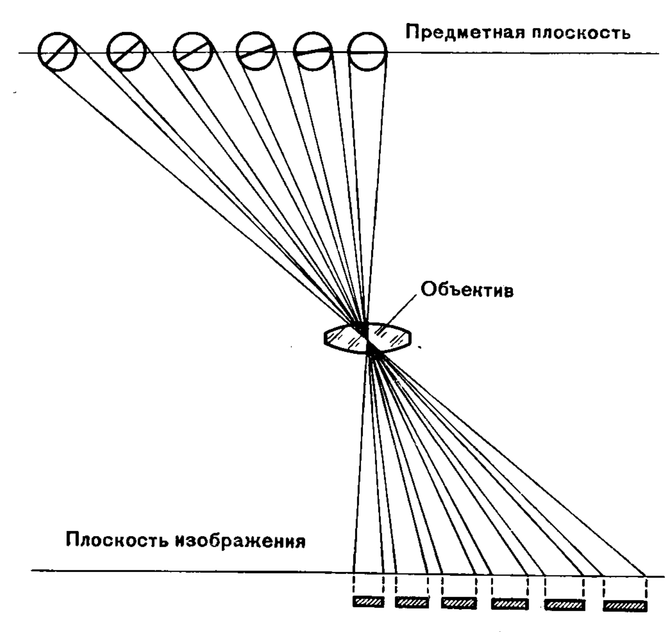


Рис. 52. Схема съемки широкоугольным объективом шаров одинакового диаметра, находящихся в одной плоскости

расположении их изображений вблизи краев кадра. Рис. 52 наглядно иллюстрирует причины этого явления. Горизонтальные диаметры одинаковых шаров в изображении имеют разные размеры, увеличивающиеся по мере удаления от оптической оси объектива, а следовательно, каждый шар, кроме центрального, изображается в виде более или менее вытянутого эллипса. Имеющие место деформации изображения определяются геометрическими соотношениями и не зависят от качества съемочного объектива, являясь функцией угла зрения. При небольших углах эти искажения малы и не замечаются зрителем.

На рис. 53 в виде графика приведена зависимость величины искажения формы изображений предметов от угла поля изображения съемочного объектива. За величину, определяющую степень

искажения, взято отношение большой оси эллипса к малой, когда он является деформированным изображением шара. По горизонтальной оси отложены углы поля изображения, а по вертикальной — отношение горизонтального диаметра эллипса к вертикальному. Как видно из графика, искажения формы составляют при угле 25°—1%, при 35°—2,5%, при 50°—10% и при 100°—55%. Основываясь на практическом опыте кино- и фотосъемок, считают, что искажения до 10% в большинстве случаев не обнаруживаются зрителями и, следовательно, могут быть допустимыми. Применяя объективы, вызывающие искажения больше 10%, которым в системе широкоформатного кинематографа соответствуют фокусные расстояния короче 56 *мм*, оператору необходимо следить за организацией кадра и избегать расположения на краю таких предметов, искажение формы которых легко обнаруживается зрителем.

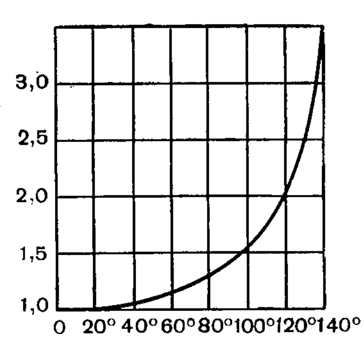


Рис. 53. Зависимость искажения формы изображений предметов от угла поля изображения съемочного объектива

Как показал опыт постановки широкоформатных фильмов, наиболее часто используются объективы средних фокусных расстояний. Следует отметить, что сопоставление объективов по величине их фокусного расстояния правомерно только в пределах какой-либо одной системы кинематографа при постоянном формате кадра. В настоящее время при широком распространении различных систем с кадрами разного размера более целесообразно сравнивать объективы по величинам углов поля изображения.

В табл. 7 приведены значения углов поля изображения в горизонтальной и вертикальной плоскостях для объективов, применяемых при съемке широкоформатных фильмов с кадром 52,5 × × 23 и 50 × 23 *мм*. В этой же таблице даны значения углов поля изображения для размера, соответствующего кадровому окну широкоформатного кинопроектора, 48,5 × 22 *мм*. Значительная разница в размерах съемочного и проекционного окон в широкоформатной системе кинематографа объясняется стремлением сблизить соотношение сторон широкоформатного и широкоэкранного кадров и тем самым обеспечить возможность печати широкоэкранных вариантов широкоформатных фильмов с минимальной потерей полезной площади изображения и сохранить композиционное построение. По существующим нормативам соотношение сторон негативного широкоформатного изображения равно 1 : 2,28, а негативного широкоэкранного, с учетом анаморфирования, 1 : 2,35, что позволяет переходить с первого формата на второй без перекомпоновки изображения в пределах кадра.

Таблица 7

Углы поля изображения широкоформатных киносъемочных объективов при различных форматах кадра

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Угол поля изображения для кадра 52,5×23 *мм*		Угол поля изображения для кадра 50×23 *мм*		Угол поля изображения в пересчете на размер кадрового окна проектора 48,5×22 *мм*	
	горизонтальный	вертикальный	горизонтальный	вертикальный	горизонтальный	вертикальный
28	86°18′	44°40′	83°31′	44°40′	81°47′	42°54′
40	66°32′	32°04′	64°01′	32°04′	62°27′	30°45′
56	50°12′	23°12′	48°07′	23°12′	46°32′	22°39′
75	38°34′	17°26′	36°52′	17°26′	35°50′	16°39′
100	29°25′	13°07′	28°06′	13°07′	27°16′	12°38′
150	19°11′	8°46′	18°54′	8°46′	18°21′	8°23′
200	14°56′	6°35′	14°15′	6°35′	13°39′	6°18′
300	10°	4°23′	9°31′	4°23′	9°16′	4°12′

Для съемки широкоформатных фильмов в настоящее время в СССР выпускаются объективы с фокусными расстояниями: 28, 40, 56, 75, 100, 150, 200 и 300 *мм*. Некоторые из объективов указанных фокусных расстояний изготовляются нескольких типов с различной величиной максимального относительного отверстия.

Объективы для съемки панорамных фильмов

Для съемки панорамных фильмов применяются объективы, рассчитанные на формат кадра 25,4 × 28,3 *мм*, что соответствует принятому размеру изображения на каждой из трех негативных пленок. В остальном требования к съемочным объективам для панорамных камер мало отличаются от таковых для других систем кинематографа. Однако совмещение на панорамном экране трех отдельно снятых частей общего изображения обусловливает необходимость применять при съемке одновременно три объектива одинакового фокусного расстояния, подобранных таким образом, чтобы они обеспечивали, с достаточной степенью точности, равномасштабность и однохарактерность всех трех частичных изображений. Для выполнения этого условия объективы, одновременно применяемые при съемке, не должны отличаться друг от друга по величине фактического фокусного расстояния, величине светорассеяния, разрешающей силе и контрастности изображения. Кроме того, падение освещенности на краях поля кадра должно иметь возможно меньшую величину, так как при совмещении трех

изображений на экране оба края кадра на центральной пленке и по одному смежному с ними на боковых окажутся расположенными в центральной зоне экрана, где более заметно всякое изменение яркости (плотности) изображения.

В первых конструкциях панорамных съемочных аппаратов, разработанных в США для системы «Синерама» и в СССР для кинопанорамы, применялись объективы только одного фокусного расстояния — 27 *мм*, позволявшие получить наибольший угол поля зрения. Объективы устанавливались на аппарат в виде общего блока. При этом оптические оси объективов, а следовательно, и фильмовые каналы аппарата, были наклонены на определенный постоянный угол относительно друг друга. Такая конструкция отличалась известной простотой, но полностью исключала возможность применения объективов с другими фокусными расстояниями на том же аппарате.

Уже первый опыт съемки панорамных фильмов в СССР показал, что камера с объективами только одного фокусного расстояния чрезвычайно ограничивает творческие и изобразительные возможности постановщиков, снижает художественное качество картин и почти исключает применение метода кинопанорамы для игровой художественной кинематографии. Этот принципиальный

Таблица 8

Углы поля изображения киносъемочных объективов в системе панорамного кинематографа

Фокусное расстояние объективов, *мм*	Вертикальный угол поля изображения	Горизонтальный угол поля изображения	
		для частичного изображения на одной пленке	для общего панорамного изображения на трех пленках с учетом перекрытия
27	56°20′	50°20′	147°10′
35	44°	39°50′	119°40′
50	31°40′	28°30′	85°30′
75	21°20′	19°10′	57°40′
100	16°10′	14°30′	43°24′

недостаток отсутствует в созданном в СССР киносъемочном аппарате «Панорама» со сменными объективами различных фокусных расстояний. Расположение трех пленок в одной плоскости позволило устанавливать сами объективы параллельно без наклона их оптических осей, а применением специальных призменных и зеркальных насадок получать необходимые для каждого фокусного расстояния углы. Блоки из трех объективов одного фокусного

расстояния с соответствующей насадкой конструктивно представляют жесткую систему, обеспечивающую строгое сохранение взаимного расположения всех оптических элементов, и могут быстро устанавливаться в аппарат без всякой дополнительной регулировки.

Такие оптические блоки к аппарату «Панорама» выпускаются с объективами, имеющими фокусные расстояния 27, 35, 50, 75 и 100 *мм*. В первых трех блоках применены призменные насадки, а в двух последних — зеркальные.

В табл. 8 даны значения углов поля изображения съемочных объективов для общего формата панорамного изображения на трех пленках и для отдельного частичного изображения.

Глава вторая

АППАРАТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ОБЫЧНЫХ И ШИРОКОЭКРАННЫХ ФИЛЬМОВ НА 35-*мм* КИНОПЛЕНКЕ

1. Киносъемочный аппарат «Конвас-автомат» (модели 1-КСР и 1-КСРШ)

«Конвас-автомат»— наиболее распространенный тип ручного аппарата с зеркальным обтюратором для различного рода съемок, требующих надежной, всегда готовой к работе легкой камеры. Конструкция аппарата создана талантливым советским конструктором В. Д. Константиновым, имя которого он и носит (Константинов Василий — «Кон. Вас.»).

Аппарат выпускается с 1954 г. московским заводом «Кинап», а в последние годы еще одним оптико-механическим предприятием. В течение всего времени производства непрерывно совершенствовалась его конструкция, улучшалась технология изготовления и расширялась комплектация оптикой и другими дополнительными приспособлениями. Аппарат может комплектоваться объективами с фокусными расстояниями от 18 до 300 *мм*, объективами с переменным фокусным расстоянием и анаморфотной оптикой для съемки широкоэкранных фильмов.

В настоящее время «Конвас-автомат» (рис. 54) — основной аппарат для съемок хроникально-документальных и научно-популярных фильмов. Благодаря надежности в работе, малому весу и высоким качественным показателям он в значительной степени вытеснил из употребления так называемые штативные камеры, еще недавно широко применявшиеся в этих отраслях кинематографии.

Не случайно именно аппаратом «Конвас-автомат» пользуются в полете все советские космонавты. Кинокадры, снятые в космосе и обошедшие весь мир, принадлежат первым советским космонавтам, работавшим на этом надежном и удобном аппарате.

За последнее время «Конвас-автомат» проник и в художественную кинематографию, заняв там свое определенное место наряду с другими типами киносъемочных аппаратов. Его применение открыло новые возможности в решении художественно-творческих задач и позволило операторам находить новые изобразительные

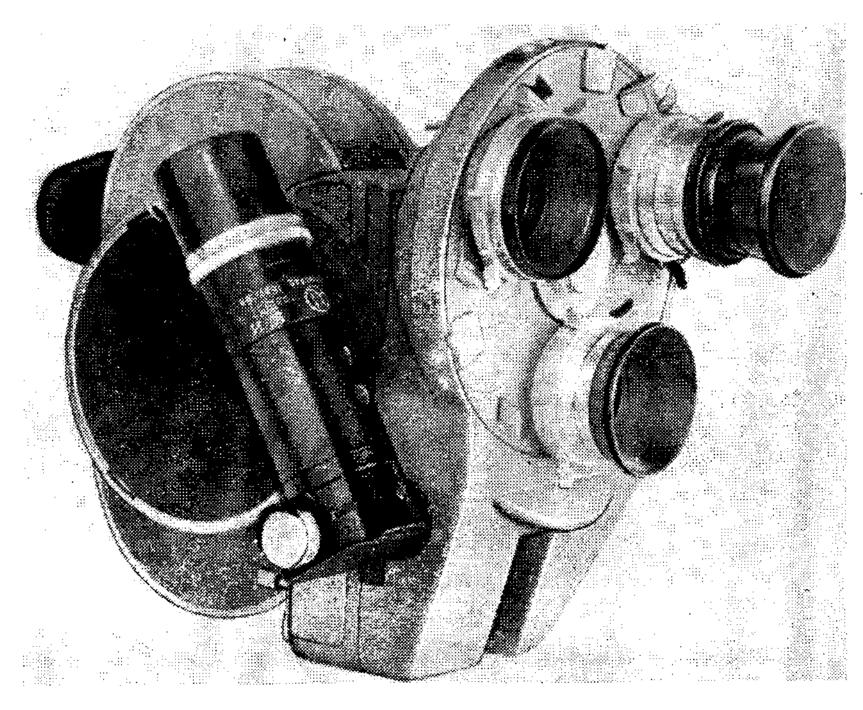


Рис. 54. Киносъемочный аппарат «Конвас-автомат» модель 1-КСР)

решения. В этом отношении особенно показателен опыт творческого использования ручной камеры «Конвас-автомат» известным советским кинооператором С. Урусевским при съемке таких фильмов, как «Летят журавли» и «Неотправленное письмо» режиссера М. Калатозова. В последнем из этих фильмов около 80% всего материала было снято аппаратом «Конвас-автомат».

Оценивая возможности ручной камеры в художественной кинематографии, С. Урусевский особо подчеркивает ее роль в решении некоторых драматургических задач изобразительными средствами, когда особенности применения ручного аппарата позволяют сделать зрителя как бы непосредственным наблюдателем и даже участником событий, происходящих на экране. Ручная камера, говорит С. Урусевский, благодаря своим техническим возможностям иногда подсказывает пути решения той или иной художественной задачи, при этом, большое значение имеет то, что такая камера находится не на «мертвой» точке (штативе, тележке, кране), а в руках живого человека — оператора. И если оператор захвачен действием, которое он снимает, то это настроение будет передаваться и зрителю, ибо камера — это зритель номер один — находится в руках у оператора в прямом и переносном смысле.

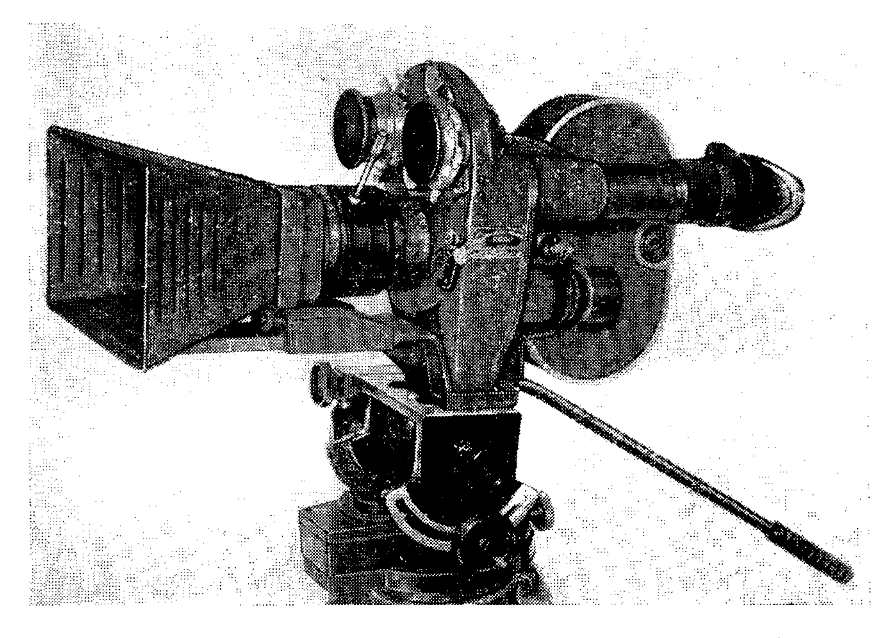


Рис. 55. Аппарат «Конвас-автомат» (модель 1-КСРШ) с анаморфотной насадкой

Несмотря на успешное использование аппарата «Конвас-автомат» в художественной кинематографии, он все же, в первую очередь, остается аппаратом хроникера-документалиста, позволяя уверенно производить съемки в самых разнообразных условиях. Кроме того, этот аппарат широко используется в различных отраслях науки, техники и народного хозяйства, которые уже давно не могут обходиться без киносъемки как метода исследования и фиксации многих событий.

Аппарат «Конвас-автомат» выпускается в двух моделях, одна из которых — 1-КСР — предназначена для съемки на 35-*мм* кинопленке обычных фильмов с форматом кадра 16 × 22 *мм*, а вторая — 1-КСРШ (рис. 55) — для широкоэкранных с размером кадра 18,7 × 22 *мм* и анаморфированным в горизонтальном направлении изображением.

Таблица 9

Основные технические показатели киносъемочного аппарата «Конвас-автомат»

Показатели	1-КСР	1-КСРШ
Ширина применяемой пленки	35 *мм*	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×22 *мм*	16×22 и 18,7×22 *мм*
Частота съемки	От 8 до 32 *кадр/сек*	От 8 до 32 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Зеркальный, однолопастный	Зеркальный, однолопастный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	Постоянный, 150°	Постоянный, 150°
Тип грейфера	Односторонний, однозубый	Односторонний, однозубый
Контргрейфер	Отсутствует	Отсутствует
Точность стояния кадра	0,02 *мм*	0,02 *мм*
Тип кассет и их емкость	Полуторные 60-*м*	Полуторные 60-*м*
Обратный ход	Отсутствует	Отсутствует
Возможность покадровой съемки	При ручном приводе	При ручном приводе
Механизм наплыва	Отсутствует	Отсутствует
Тип привода	Электродвигатель постоян. тока, ручной и пружинный	Электродвигатель постоян. тока, ручной и пружинный
Система визирования	С зеркальным обтюратором	С зеркальным обтюратором
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	22, 28, 35, 50, 75 и 135 *мм*	22, 28, 35, 50, 75, 135 *мм*, анаморфотная насадка с объективом 50 и 75 *мм*
Тип светозащитного устройства	Индивидуальные бленды на каждом объективе	Жесткое — прямоугольной формы
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8''$	Винтом $^3/_8''$
Размеры: длина	400 *мм*	580 *мм*
Размеры: высота	240 *мм*	250 *мм*
Размеры: ширина	200 *мм*	230 *мм*
Вес	5,4 *кг*	7,5 *кг*

По существу обе модели отличаются только комплектацией, съемочной оптикой и некоторыми приспособлениями, вследствие чего они в равной степени пригодны для всех видов съемок. Модель 1-КСРШ снабжается всем необходимым для съемки как обычных, так и широкоэкранных фильмов, а 1-КСР только для съемки обычных фильмов. Однако это не исключает возможности, без какой-либо переделки аппарата, в дальнейшем оснастить его всеми приспособлениями для широкоэкранных съемок.

В табл. 9 приведены основные технические показатели обеих моделей аппарата.

Механизм аппарата

Конструкция «Конвас-автомата» и, в первую очередь, конструкция механизма полностью подчинены обеспечению удобства работы оператора и максимальному сокращению времени на подготовку к съемке. Возможность мгновенной перезарядки путем смены кассет обеспечивается размещением лентопротяжного механизма непрерывного транспортирования кинопленки в каждой кассете. Вследствие этого вся зарядка аппарата сводится к вставлению кассеты одним движением. При этом автоматически достигается сцепление механизма кассеты с механизмом аппарата и пленки с грейфером, обеспечивающим ее прерывистое продвижение в фильмовом канале. Все операции по зарядке пленки в кассеты выполняются предварительно, до съемки.

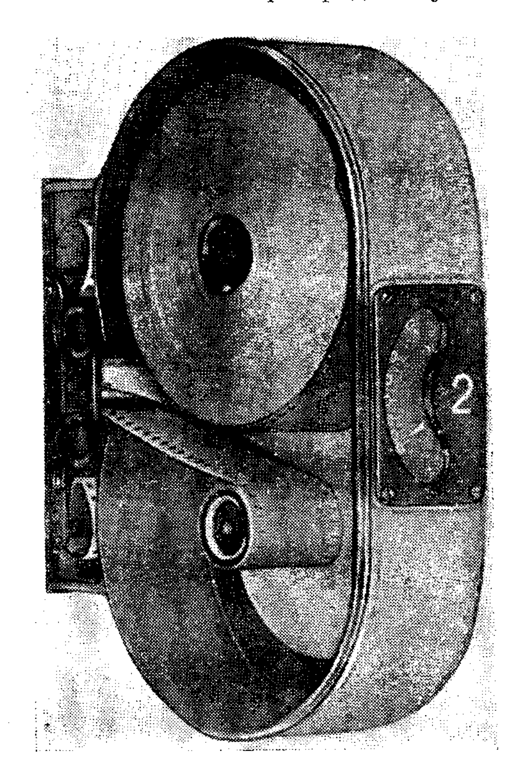


Рис. 56. Кассета аппарата «Конвас-автомат»

В корпусе каждой сменной кассеты находятся два зубчатых барабана, транспортирующих пленку и обеспечивающих постоянство величины свободной петли на участке фильмового канала, фрикцион наматывателя и механизм, приводящий их в движение от общего привода аппарата. В кассете также находится часть фильмового канала. При вставлении кассеты в аппарат задняя подпружиненная рамка фильмового канала, расположенная в кассете, устанавливается в строго определенном положении, относительно передней, находящейся в аппарате, что обеспечивает правильность положения пленки.

Кассеты рассчитаны на 60 *м* пленки и снабжены указателем ее количества в подающем отделении, что позволяет оператору своевременно заменять кассету.

Так как для нормальной работы аппарата должен строго соблюдаться определенный размер петли пленки между зубчатыми барабанами, устанавливаемый при зарядке кассеты, ее механизм

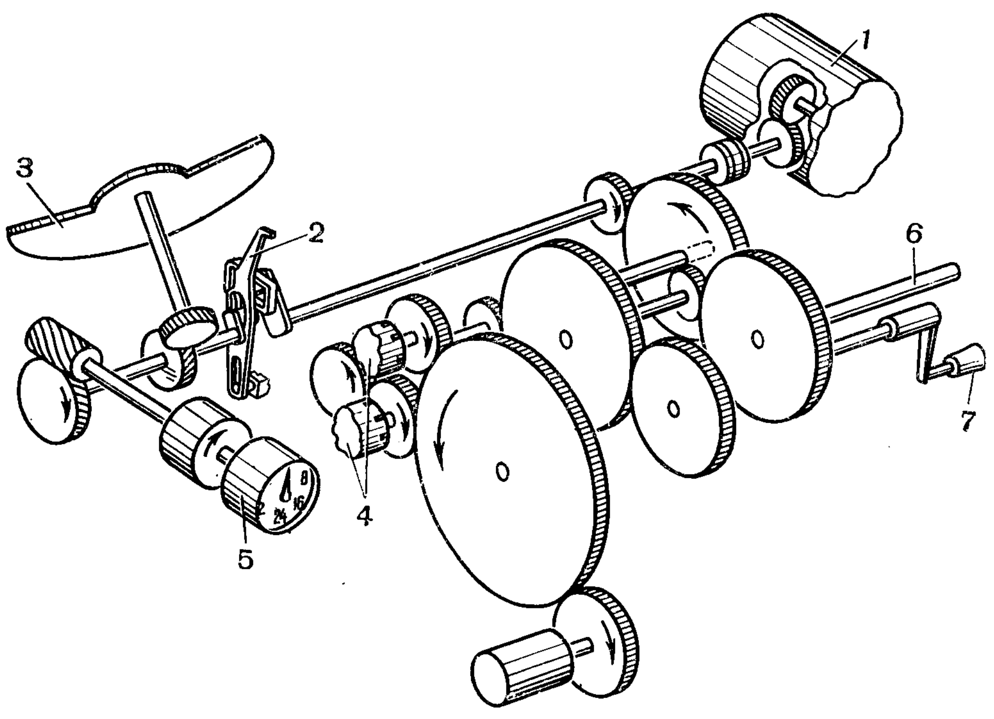


Рис. 57. Кинематическая схема аппарата «Конвас-автомат»:
1 — электродвигатель, *2* — грейферный механизм, *3* — зеркальный обтюратор, *4* — зубчатые барабаны, *5* — тахометр, *6* — ось для соединения с пружинным приводом, *7* — ручной привод

автоматически стопорится специальной защелкой до того, как она вставлена в аппарат. При вставлении кассеты в аппарат ее механизм автоматически освобождается, но изменение величины петли уже невозможно из-за жесткого соединения механизмов кассеты и аппарата. На рис. 56 показана кассета аппарата со снятой крышкой. Следует обратить внимание на необходимость проверять работу аппарата со всеми кассетами, так как неправильная их установка может привести к нерезкости негатива, а иногда и к неустойчивости изображения.

Продвижение пленки в фильмовом канале производится односторонним однозубым грейфером, который протаскивает ее, входя в первую перфорацию выше нижней границы кадрового окна

аппарата. Контргрейфер в аппарате отсутствует, и стабильность положения пленки в момент экспонирования обеспечивается прижимом в фильмовом канале подпружиненной задней рамкой и достаточно большой общей его длиной. Практика многолетней эксплуатации показывает, что при правильной регулировке прижима пленки и положения самих кассет в аппарате точность стояния кадра вполне удовлетворительна и никогда не ограничивала использования аппаратов этого типа.

Грейферный механизм, узел зеркального обтюратора, передняя часть фильмового канала, призма и зеркала визирующей системы собраны в виде единого конструктивного узла, что позволяет обеспечить постоянство взаимного расположения этих элементов в процессе длительной эксплуатации и гарантировать надежность работы аппарата в самых разнообразных условиях в течение значительного времени.

Механизм аппарата выполнен, в основном, с применением прямозубых цилиндрических шестерен. Исключение составляют только передача на вал зеркального обтюратора и регулятор скорости с тахометром, как это видно из кинематической схемы, приведенной на рис. 57.

Такая конструкция обеспечивает легкий ход механизма, делает его надежным в работе, но одновременно является причиной повышенного уровня шума.

Привод

Для обеспечения возможности использования аппарата «Конвас» в различных условиях он может снабжаться несколькими типами приводных механизмов. Однако основным видом привода, применяемым наиболее часто и практически вытеснившим другие, служит электродвигатель постоянного тока 25М-8, мощностью 16 *вт* на валу, рассчитанный на питание от аккумуляторной батареи напряжением 6—8 *в*. В зависимости от частоты съемки и легкости хода аппарата электродвигатель потребляет ток 6—10 *а*. Мощность двигателя достаточна для работы с частотой до 32 *кадр/сек*. Изменение частоты съемки в пределах от 8 до 32 *кадр/сек* производится реостатом на электродвигателе. Питание электродвигателя аппарата осуществляется от специальной батареи железо-никелевых аккумуляторов НКН-10, емкостью 10 *ач* или батареи того же напряжения, состоящей из серебряно-цинковых аккумуляторов СЦ-15 емкостью 15 *ач*.

При проведении репортажных или других съемок в трудных условиях применение серебряно-цинковых аккумуляторов безусловно целесообразно, так как вес батареи в рабочем состоянии с футляром и плечевым ремнем не превышает 1,5 *кг*, в то время как аналогичная батарея меньшей емкости из железо-никелевых аккумуляторов весит 5 *кг*.

В тех случаях, когда по каким-либо причинам использование электродвигателя нецелесообразно, аппарат может работать с выпускаемым для него пружинным двигателем. Пружинный механизм, так же как и электродвигатель, смонтирован на специальном плато, легко устанавливаемом на аппарате без применения какого-либо инструмента. При полном заводе пружины он позволяет снять с нормальной частотой 10—11 *м* пленки. Для облегчения завода пружины заводная ручка механизма соединена с ним через специальный редуктор. Постоянство частоты съемки при пружинном двигателе обеспечивается центробежным регулятором скорости, конструктивно объединенным с тахометром, отградуированным в количестве кадров в секунду. Регулятор позволяет устанавливать нужное значение частоты съемки в пределах от 10 до 32 кадров.

При съемках со штатива можно использовать два ручных приводных механизма. Один из них служит для съемки с нормальной частотой, а второй — для покадровой съемки. Первый устанавливается вместо электродвигателя или пружинного привода, а ручка второго для покадровой съемки вставляется в специальное гнездо на аппарате и соединяется непосредственно с валом грейферного механизма.

Объективы и система визирования

Одним из основных требований к любому репортажному киносъемочному аппарату является возможность применять объективы различных фокусных расстояний, быстро заменять их во время съемки и непрерывно видеть изображение, контролируя его резкость и композиционное построение кадра. Аппарат «Конвас-автомат» полностью удовлетворяет этим требованиям. В нем могут применяться объективы с фокусными расстояниями от 18 до 300 и более *мм*, а система визирования, основанная на использовании зеркального обтюратора, позволяет непрерывно без параллакса наблюдать за снимаемым объектом и контролировать резкость изображения. Наличие специальной поворотной турели, в которой одновременно установлено три различных объектива, позволяет быстро ввести в рабочее положение любой из них и автоматически зафиксировать его положение относительно кадрового окна аппарата. Замена объективов в турели тоже не требует много времени, так как они снабжены оправами штыкового типа.

В комплект аппарата модели 1-КСР входит пять объективов:

ОКС1-28-1 с фокусным расстоянием 28 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-35-1 с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-50-1 с фокусным расстоянием 50 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-75-1 с фокусным расстоянием 75 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

«Юпитер» с фокусным расстоянием 135 *мм* и относительным отверстием 1 : 4.

Кроме входящих в комплект в аппарате могут применяться объективы любых других фокусных расстояний от 16 *мм*, а также объективы с переменным фокусным расстоянием и анаморфотные насадки.

Каждый из объективов комплекта снабжается индивидуальной светозащитной блендой с приспособлением для крепления светофильтра. На оправах нанесены индивидуальные шкалы дистанций наводки в метрах и диафрагм в эффективных значениях относительных отверстий. Механизмы оправ обеспечивают выдвижение объективов при фокусировании без вращения, а наводку на резкость на дистанции от 1 *м* до ∞. Сверх основного комплекта к аппарату выпускается объектив с фокусным расстоянием 75 *мм* в специальной телескопической оправе, позволяющей производить наводку на резкость при съемке на очень коротких расстояниях.

Однолопастный зеркальный обтюратор аппарата изготовлен из пластмассы и имеет постоянный угол открытия 150°. Зеркальный слой нанесен на него методом катодного распыления алюминия с последующим укреплением. Однако, несмотря на это он является наиболее подверженной повреждению частью аппарата и в эксплуатации требует бережного обращения.

В комплект аппарата модели 1-КСРШ (для съемки широкоэкранных фильмов) кроме съемочных объективов и лупы, входящих в комплект предыдущей модели, дополнительно входят: анаморфотная насадка НАС4-1, объективы типа ОКС с фокусными расстояниями 50 и 75 *мм* в специальных оправах, рассчитанных на сочленение с насадкой, дезанаморфирующая изображение лупа, специальное основание, привинчиваемое к аппарату, для установки насадки и сменная рамка фильмового канала с окном, соответствующим размеру широкоэкранного кадра.

При съемке с анаморфотной насадкой в турель аппарата устанавливается и сочленяется с оправой насадки один из двух объективов. Фокусирование насадки и объектива производится одновременно по дистанционной шкале на оправе насадки или по изображению, рассматриваемому в лупу. Наводка на резкость обеспечивается для всех дистанций от 1,5 *м*. Объективы, поставляемые с анаморфотной насадкой, имеют шкалы диафрагм, проградуированные в значениях эффективных относительных отверстий с учетом суммарных световых потерь в объективе и насадке. Для защиты передней линзы насадки от попадания постороннего света применяется специальное светозащитное устройство прямоугольной формы.

Наблюдение за изображением в визирующей системе осуществляется через специальную дезанаморфирующую лупу, позво-

ляющую оператору видеть предметы в неискаженном виде с нормальными пропорциями широкоэкранного кадра 1 : 2,55 или 1 : 2,35. Для этой цели оптическая система лупы обеспечивает получение 7× увеличения в горизонтальной плоскости и 3,5× —

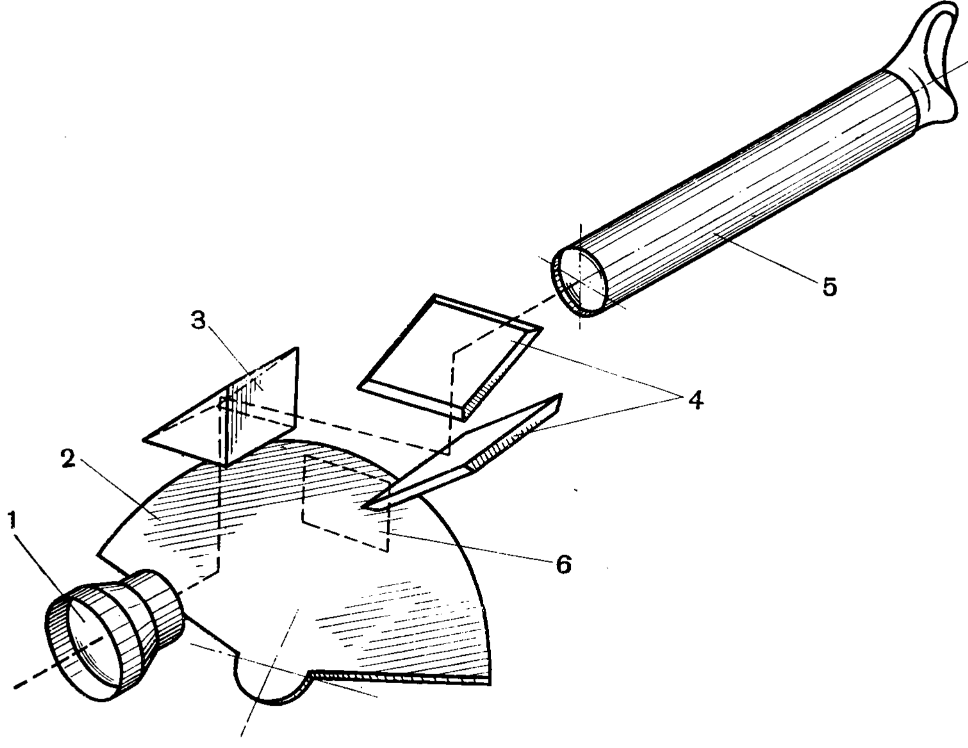


Рис. 58. Оптическая схема аппарата «Конвас-автомат»:
1 — съемочный объектив, *2* — зеркальный обтюратор, *3* — прямоугольная призма, *4* — зеркала, *5* — лупа, *6* — кадровое окно

в вертикальной. Так же, как и обычная лупа, она снабжена светозащитным замком и имеет диоптрийную поправку (± 5Д) для установки по глазу. Окулярная часть визирующего устройства расположена на левой стороне аппарата и рассчитана на наблюдение правым глазом.

На рис. 58 приведена оптическая схема аппарата.

2. Киносъемочный аппарат «Спутник» (модель 5-КСР)

Ручной киносъемочный аппарат «Спутник» (модель 5-КСР) так же, как и аппарат «Конвас», предназначен для репортажных съемок и используется, в первую очередь, операторами кино-

хроники. Разработка его производилась с учетом большого опыта работы многих операторов на аппаратах ранее выпускавшихся моделей. Конструкторы стремились устранить некоторые недостатки, от которых не был свободен, безусловно, хороший и надежный

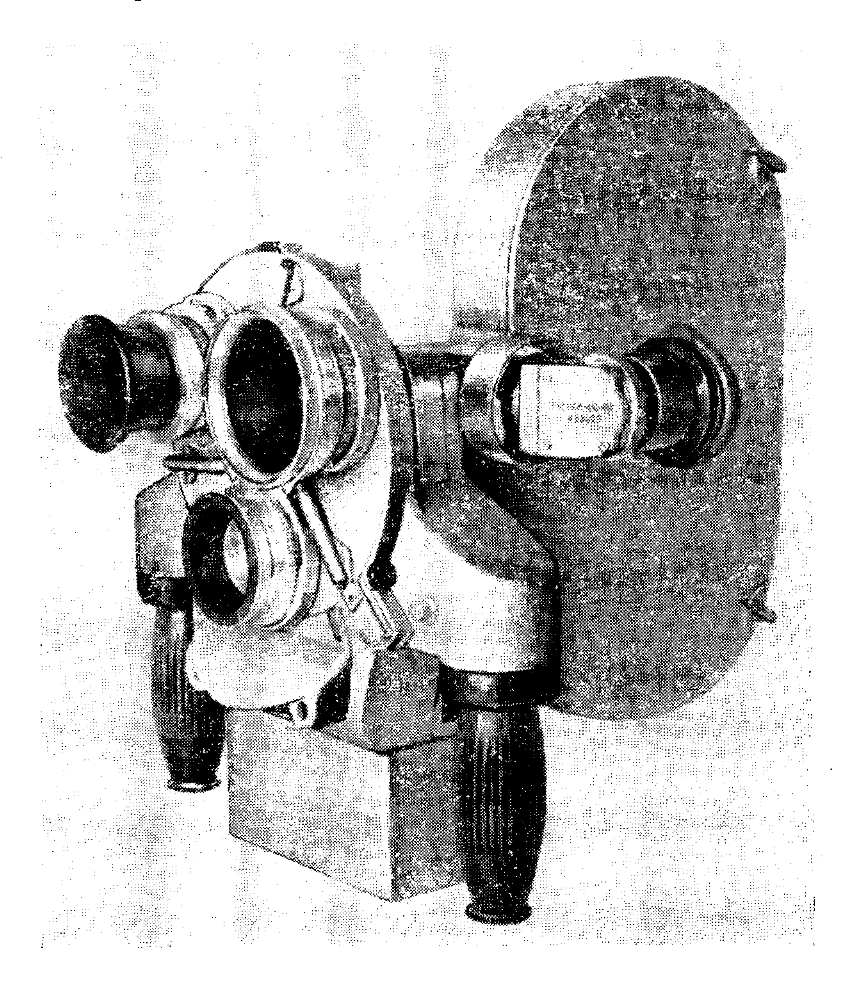


Рис. 59. Киносъемочный аппарат «Спутник»

аппарат «Конвас». Основной задачей было снижение уровня шума механизма, чтобы во время работы он не мешал нормальному ходу снимаемого события и не отвлекал его участников. Другая задача заключалась в создании системы управления аппаратом во время съемки, позволяющей оператору производить все необходимые манипуляции без изменения положения рук и тем самым без

Таблица 10

Основные технические показатели киносъемочного аппарата «Спутник» (модель 5-КСР)

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16 × 22 и 18,7 × 22 *мм*
Частота съемки	От 8 до 32 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Зеркальный, однолопастный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	Постоянный — 160°
Тип грейфера	Односторонний, однозубый
Контргрейфер	Отсутствует
Точность стояния кадра	0,02 *мм*
Тип кассет и их емкость	Полуторные на 60 и 120 *м*
Обратный ход	Отсутствует
Возможность покадровой съемки	Отсутствует
Механизм наплыва	Отсутствует
Тип привода	Электродвигатель 6—8 *в*
Система визирования	С зеркальным обтюратором
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	18, 22, 28, 35, 50, 75, 135 *мм*
Тип светозащитного устройства	Индивидуальные бленды
Способ крепления на штативе	Винтом 3/8″
Размеры: длина	370 *мм*
Размеры: высота	350 *мм*
Размеры: ширина	285 *мм*
Вес	Около 6 *кг*

нарушения устойчивости камеры. Разработка проводилась в течение ряда лет с непосредственным и активным участием технических специалистов и операторов Центральной студии документальных фильмов, опыт которых во многом помог созданию этого нового киносъемочного аппарата.

Разработка аппарата «Спутник» выполнена в МКБК под руководством Г. А. Шмидта с использованием некоторых идей и конструктивных решений, предложенных А. О. Гельгаром, работавшим над созданием ручного хроникального аппарата типа АРК. От Центральной студии документальных фильмов большое участие в создании аппарата принял Б. В. Тимофеев.

Аппарат «Спутник» (рис. 59) может в равной степени использоваться при съемке фильмов с классическим форматом кадра 16 × 22 *мм* и широкоэкранных с анаморфированным изображением, для чего снабжается большим набором обычной и анаморфотной оптики. Реализованная в нем система управления, ряд конструктивных решений отдельных элементов и применение новых материалов сделали аппарат надежным и удобным.

В табл. 10 приведены основные технические показатели киносъемочного аппарата «Спутник» (модель 5-КСР).

Механизм аппарата

Одной из особенностей аппарата является расположение в кассете части фильмового канала и всех элементов механизма транспортирования пленки; это позволило до предела упростить перезарядку, сведя ее к простой смене кассет, выполняемой практически мгновенно. Зарядка пленки в кассеты производится предварительно до выезда на съемку.

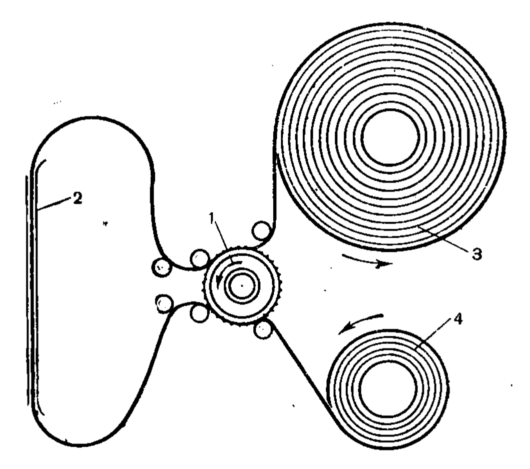


Рис. 60. Схема прохождения пленки в аппарате «Спутник»:

1 — комбинированный зубчатый барабан, *2* — фильмовый канал, *3* — подающая часть кассеты, *4* — приемная часть кассеты

В каждой кассете находится один комбинированный зубчатый барабан с системой направляющих роликов, обеспечивающих необходимое зацепление перфораций пленки с зубьями барабана, фрикционный наматыватель в приемной части и тормозное устройство в подающей. Кассета имеет как бы два отделения, в первом из которых находятся подающая и принимающая пленку бобины, а во втором, отделенном от первого зубчатым барабаном,— задняя часть фильмового канала и свободное пространство для петель пленки. Наличие только одного зубчатого барабана исключает возможность случайного изменения установленной длины свободной петли пленки.

Схема транспортирования пленки приведена на рис. 60.

Ось зубчатого барабана через сидящую на ней полумуфту соединяется с механизмом аппарата автоматически при вставлении кассеты. На этой же оси находится шкив привода наматывателя пленки в кассете.

Задняя прижимная рамка фильмового канала подпружинена и отрегулирована таким образом, что при вставлении кассеты в аппарат пленка с определенным усилием зажимается между нею и передней рамкой, находящейся в корпусе аппарата. Зуб грей-

фера входит в перфорацию пленки сразу же после начала движения механизма и сам устанавливает ее в нужном положении. Грейферный механизм кривошипно-кулисного типа без контргрейфера протягивает пленку за одну перфорацию с одной стороны.

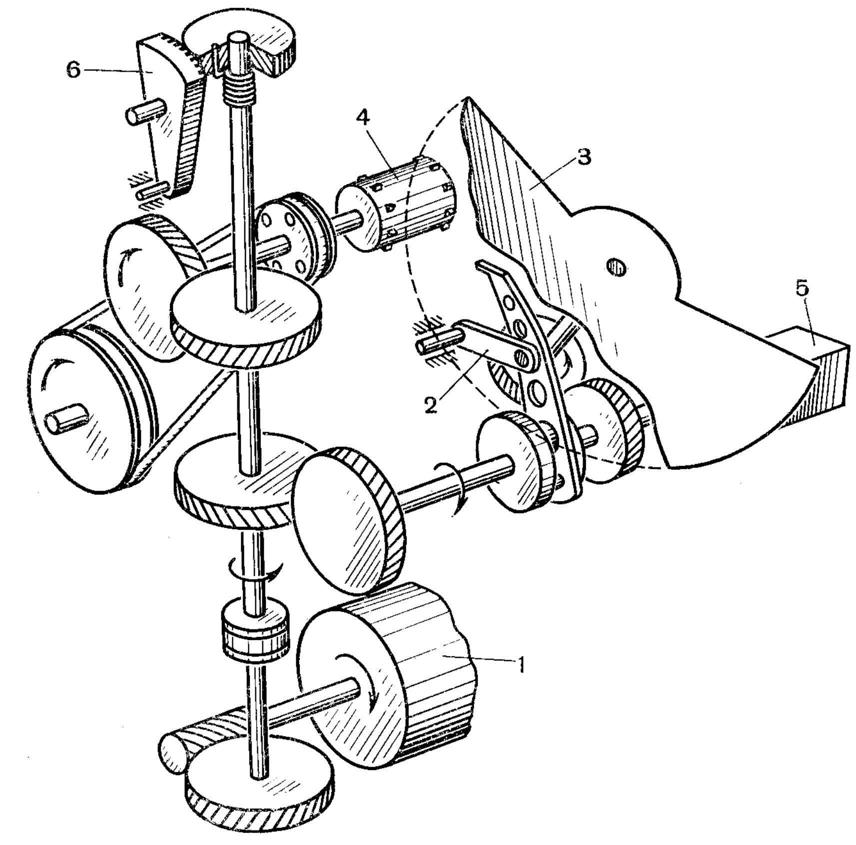


Рис. 61. Кинематическая схема аппарата «Спутник»

В начале движения зуб грейфера входит во второе отверстие выше нижней кромки кадрового окна. Точность и постоянство положения изображения обеспечиваются соответствующим прижимом пленки в канале и большой длиной его направляющих. Обратного движения пленки механизм аппарата не допускает.

Вследствие того, что часть фильмового канала располагается в кассете, проверка аппарата «Спутник» на устойчивость положения изображения и правильность фокусирования объективов должны производиться периодически со всеми кассетами, входящими в комплект. Соблюдение этого правила обеспечит надежную работу камеры.

Аппарат комплектуется полуторными кассетами емкостью 60 и 120 *м* пленки, каждая из которых имеет указатель количества неэкспонированной пленки, основанный на принципе непрерывного измерения диаметра рулона. Так как в состав каждой кассеты входит часть фильмового канала, то она закрывается на время хранения, во избежание попадания пыли, специальной защитной заглушкой.

Передняя рамка фильмового канала, укрепленная на корпусе аппарата, легко снимается для периодической чистки и замены на рамку с широкоэкранным кадровым окном.

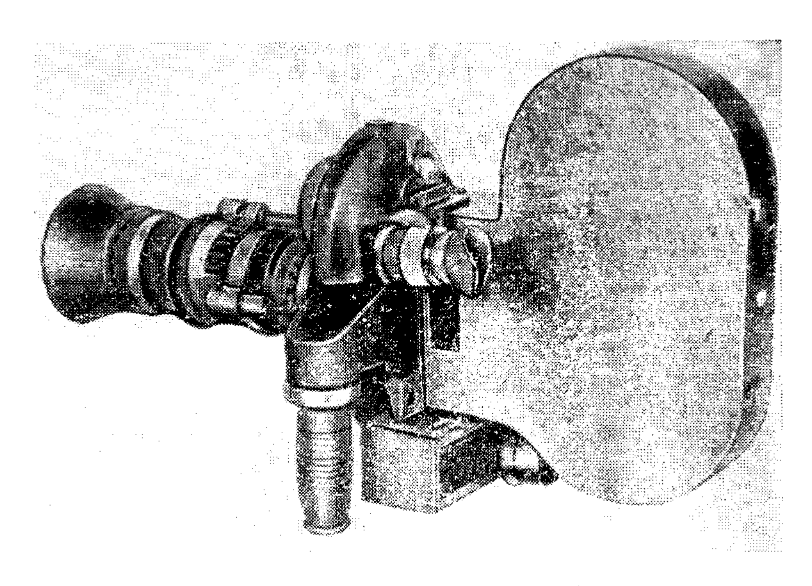


Рис. 62. Киносъемочный аппарат «Спутник» с объективом переменного фокусного расстояния

Однолопастный зеркальный обтюратор с постоянным углом открытия 160° изготовлен из оргстекла и имеет наружное зеркальное покрытие. Он расположен под углом 45° к оптической оси объектива ниже кадрового окна аппарата и приводится в движение через передаточную пару непосредственно от оси грейферного механизма, как это показано на кинематической схеме (рис. 61), где *1* — электродвигатель, *2* — грейферный механизм, *3* — зеркальный обтюратор, *4* — зубчатый барабан, *5* — счетчик, *6* — рычаг для прокрутки механизма. При выключенном аппарате, если обтюратор остановился, не перекрыв кадровое окно, его лопасть вводится в систему визирующего устройства специальным рычажком, проворачивающим на нужную величину весь механизм.

Система управления аппарата позволяет производить все операции, не нарушая его устойчивости во время работы. Аппарат удерживается оператором за две ручки, находящиеся в нижней части. Левая служит основной, опорной, и, одновременно, используется для изменения величины фокусного расстояния объективов с переменным фокусным расстоянием. При всех других объективах она закрепляется стопором в неподвижном положении. Правая ручка кроме удерживания камеры служит для управления фокусированием съемочных объективов.

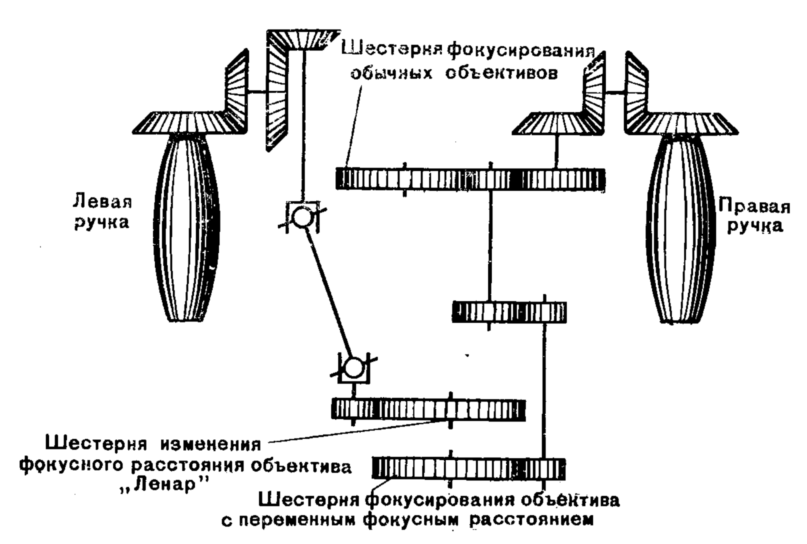


Рис. 63. Схема управления съемочными объективами аппарата «Спутник»

На турели аппарата может устанавливаться одновременно три обычных объектива или один с переменным фокусным расстоянием. На рис. 62 показан аппарат с таким объективом. Объективы с анаморфотными насадками устанавливаются тоже по одному. При использовании трех объективов с фокусными расстояниями от 18 до 75 *мм* их фокусирование на заданную дистанцию производится одновременно. Это позволяет оператору при замене одного объектива другим поворотом турели не производить дополнительную наводку, если не изменяется дистанция съемки. Сопряженное фокусирование осуществляется достаточно точно в пределах от 2 *м* до ∞. На участке от 1 до 2 *м* требуется небольшая дополнительная поправка.

Турель поворачивается той же правой рукояткой, для чего необходимо предварительно переместить имеющийся на ней стопор. После поворота стопор автоматически фиксирует турель в новом положении. Возможность случайного смещения объективов, во время поворота турели с установленного положения наводки, исключается специальным фиксатором, затормаживающим шестерню привода фокусирования.

На рис. 63 приведена схема механизма управления объективами. На ней не показаны шестерни, находящиеся на переходных оправах объективов и входящие в зацепление при их установке в гнезда турели аппарата.

Привод

Для привода механизма используется электродвигатель постоянного тока типа 25М-15 мощностью 20—35 *вт* на валу (в зависимости от количества оборотов), рассчитанный на напряжение 6—8 *в*. Изменение частоты съемки достигается соответствующим изменением числа оборотов ротора электродвигателя при помощи шунтового реостата. При регулировании частоты съемки в пределах от 8 до 32 *кадр/сек* количество оборотов ротора электродвигателя изменяется от 2160 до 8640 в минуту, а число оборотов выходного вала, с учетом имеющегося в двигателе червячного редуктора с соотношением 2 : 9, от 480 до 1920 *об/мин*.

Питание электродвигателя производится от батареи из пяти серебряно-цинковых аккумуляторов типа СЦ-15 емкостью 15 *А/час*. Применение этих аккумуляторов позволило снизить вес батареи до 1,5 *кг* и сделать ее необременительной для оператора в самых сложных условиях репортажных съемок.

Пусковой переключатель на двигателе имеет три положения: «Выключено», «Пуск» и «Включено». Промежуточное пусковое положение введено для обеспечения быстрого разгона двигателя до номинального числа оборотов. Длительная работа в этом положении не допускается из-за чрезмерных перегрузок механизма. Для удобства пусковое устройство на двигателе сдублировано пусковой гашеткой у правой рукоятки аппарата.

Объективы и система визирования

Для съемок с классическим форматом кадра 16 × 22 *мм* применяются следующие типы киносъемочных объективов в специальных переходных оправах:

ОКС1-18 с фокусным расстоянием 18 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-22 с фокусным расстоянием 22 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-28 с фокусным расстоянием 28 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-35 с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-50 с фокусным расстоянием 50 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-75 с фокусным расстоянием 75 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-150 с фокусным расстоянием 150 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

«Ленар» с плавно изменяющимся от 40 до 162 *мм* фокусным расстоянием и относительным отверстием 1 : 3,8.

Наводка на резкость может производиться по дистанционным шкалам, нанесенным на переходных оправах, или визуально по изображению на матовом стекле визирующей системы. Конструкция оправ и механизма фокусирования допускает наводку на дистанции от 0,5 *м* до ∞ объективов с фокусными расстояниями 18, 22, 28 и 35 *мм*, от 1 *м* до ∞ объективов 50 и 75 *мм* и от 2 *м* до ∞ объектива 150 *мм* и объектива типа «Ленар» с переменным фокусным расстоянием. Для съемки с особо коротких дистанций имеются дополнительные переходные кольца к объективу с фокусным расстоянием 75 *мм*, позволяющие производить наводку в пределах от 28 до 35 *см* и от 35 до 55 *см*.

Диафрагмирование объективов производится вращением рифленых колец на их оправах с установкой нужного значения величины относительного отверстия по индивидуальным шкалам.

При съемке широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением в аппарате применяются объективы с фокусными расстояниями 35, 50 и 75 *мм*, которые работают вместе с анаморфотной насадкой. Сочленение объективов с насадкой производится при помощи специальных шпонок в оправе, входящих в паз оправы насадки. Шкала дистанций нанесена на оправе насадки и охватывает расстояния от 1,5 *м* до ∞. Диафрагмирование системы насадка-объектив производится диафрагмой объектива.

Примененная в аппарате система визирования с зеркальным обтюратором позволяет не только наблюдать без параллактических ошибок за снимаемым объектом непосредственно во время съемки и при подготовке к ней, но также производить фокусирование и зрительно оценивать глубину резко изображаемого пространства, что особенно необходимо при репортажных съемках, проводимых без каких-либо предварительных репетиций.

По конструктивным соображениям, для установки окуляра лупы в удобном для оператора месте оптическая система имеет ряд расположенных в корпусе аппарата дополнительных элементов, изменяющих направление хода лучей. Изображение, строящееся съемочным объективом на пленке в момент перекрытия кадрового окна обтюратором, отбрасывается его зеркальной поверхностью на матированную плоскость коллективной линзы, находящуюся на том же расстоянии от объектива, что и плоскость пленки. Изображение, полученное на этой поверхности, рассматривается через лупу и систему дополнительных

оптических элементов. Оператор видит увеличенное в 5,5 раза прямое изображение, размер которого не зависит от фокусного расстояния применяемого объектива.

Особенностью визирующей системы аппарата «Спутник» является возможность наблюдения за объектом съемки при горизонтальном и вертикальном положении лупы. При вертикальном положении лупы оператор может устанавливать камеру для съемки с низких точек, сохраняя возможность удобного наблюдения за композиционным построением кадра и резкостью изображения. Такая возможность, отсутствующая у большинства типов аппаратов, во многих случаях значительно упрощает работу оператора.

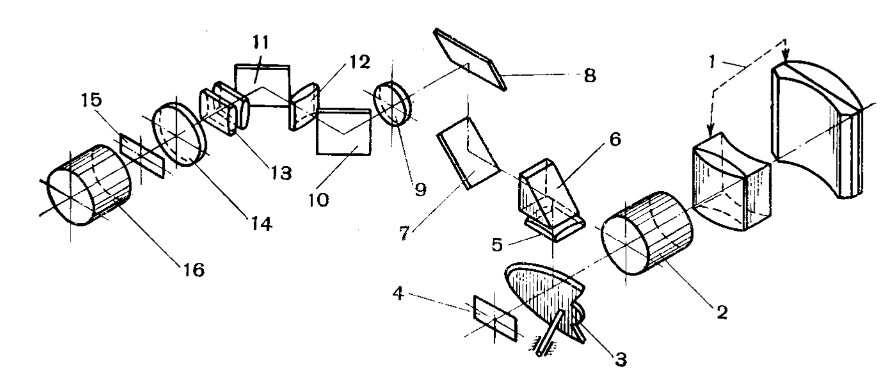


Рис. 64. Оптическая схема аппарата «Спутник» с анаморфотной съемочной насадкой и дезанаморфирующей лупой:

1 — анаморфотная насадка, *2* — съемочный объектив, *3* — зеркальный обтюратор; *4* — кадровое окно, *5* — коллектив, *6* — прямоугольная призма, *7* — зеркало, *8* — зеркало, *9* — сферический объектив лупы, *10* и *11* — зеркала, *12* и *13* — цилиндрические объективы дезанаморфирующей системы лупы, *14* — линза, *15* — прямоугольная диафрагма, *16* — окуляр лупы

При съемке широкоэкранных фильмов обычная лупа заменяется на дезанаморфирующую с тем, чтобы оператор мог видеть неискаженное изображение в формате широкоэкранного кадра.

Схема визирующей системы с применением дезанаморфирующей лупы и анаморфотной съемочной насадки показана на рис. 64.

Дезанаморфирующая лупа дает в горизонтальном направлении увеличение 6$^{\times}$, а в вертикальном 3$^{\times}$, что позволяет восстановить нормальные пропорции изображения, нарушенные применением анаморфирующего съемочного объектива.

Для индивидуальной регулировки по глазу каждая из луп имеет перемещение окуляра, соответствующее изменению в пределах $\pm$ 5Д.

В качестве светозащитных устройств при применении обычных объективов используются индивидуальные бленды круглого сечения. На каждый объектив может быть установлен так же круглый

светофильтр соответствующего данному объективу размера. С анаморфотными насадками используется приставное светозащитное устройство прямоугольной формы, крепящееся на специальных штангах и аналогичное по своей конструкции применяемому в аппарате «Конвас-автомат». В светозащитном устройстве имеются пазы для установки рамок с прямоугольными светофильтрами.

3. Киносъемочный аппарат «Дружба» (модель УС-2м)

Киносъемочный аппарат «Дружба» (рис. 65) предназначен для проведения синхронных съемок в павильонах киностудий и на натуре при постановке обычных и широкоэкранных фильмов,

Таблица 11

Основные технические показатели киносъемочного аппарата «Дружба» (модель УС-2м)

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×22 *мм*
Частота съемки	24 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Зеркальный, однолопастный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 170°
Тип грейфера	Четырехзубый, двухсторонний
Контргрейфер	Подвижной
Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Двойные, емкостью 300 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	Отсутствует
Механизм наплыва	Полуавтоматический
Тип привода	Синхронный электродвигатель
Система визирования	С зеркальным обтюратором и приставным визиром
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	18, 22, 28, 35, 40, 50 и 80 *мм*
Тип светозащитного устройства	Жесткое—прямоугольной формы
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8''$
Размеры: длина	775 *мм*
Размеры: высота	600 *мм*
Размеры: ширина	610 *мм*
Вес	73 *кг*

снимаемых на 35-*мм* пленке. Конструкция аппарата разработана коллективом специалистов Киевской киностудии им. Довженко под руководством В. В. Алексеева и В. Н. Матисона. Создатели аппарата вложили в его конструкцию большой опыт, накопленный механиками и операторами студии в результате многолетней практики. Окончательная доработка аппарата и подготовка его серийного производства выполнялась при участии специалистов завода «Москинап», МКБК и НИКФИ.

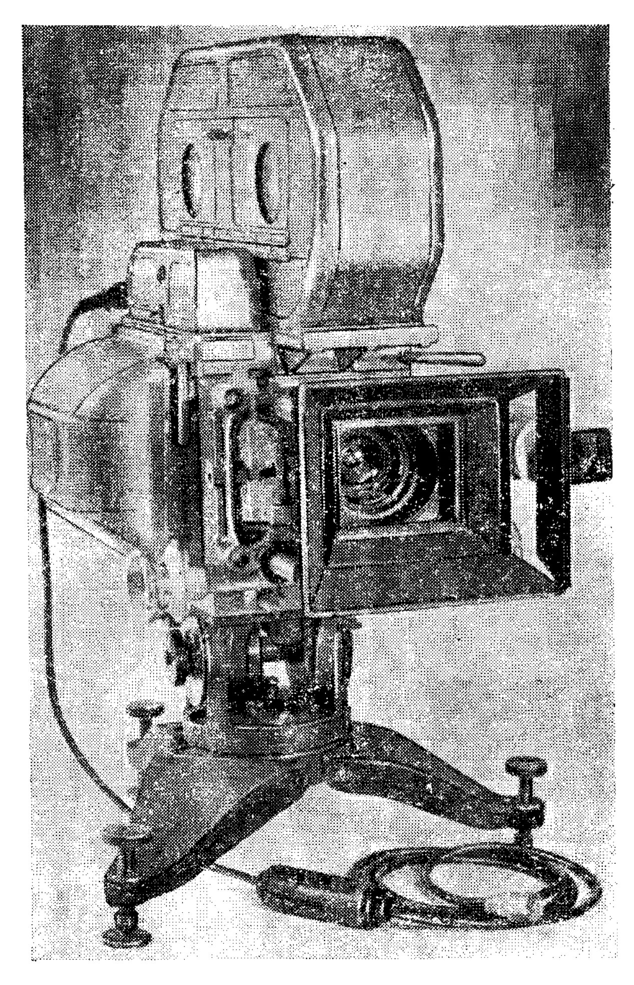


Рис. 65. Киносъемочный аппарат «Дружба»

Основными задачами, которые ставили перед собой авторы аппарата, было обеспечение низкого уровня шума, удобства наблю-

дения за снимаемым кадром с беспараллаксной системой визирования, хорошей балансировки аппарата, обеспечивающей легкое выполнение съемок со сложным движением, надежности в работе и простоты обслуживания. Как показал опыт применения, «Дружба» в значительной степени удовлетворяет указанным требованиям и является первым аппаратом с зеркальным обтюратором для синхронных съемок, выпускаемым серийно в СССР.

Основные технические показатели киносъемочного аппарата «Дружба» модель УС-2м приведены в табл. 11.

Лентопротяжный механизм

Транспортирование пленки в аппарате (рис. 66) осуществляется по однопоточной схеме одним комбинированным зубчатым барабаном, имеющим 32 зуба и делающим 180 *об/мин* при частоте съемки 24 *кадр/сек*. Барабан вытягивает пленку из подающей кассеты и ограничивает ее поступление в приемную, сохраняя тем самым постоянство размера свободных петель до и после фильмового канала. Зацепление перфораций пленки с зубьями барабана обеспечивается двумя прижимными каретками, между которыми установлены пленкосниматели. Перед первой, по ходу пленки, кареткой и после второй помещены блокировочные ролики, расположенные на подпружиненных рычагах, выключающих механизм аппарата при окончании, обрыве или ослаблении натяжения пленки. Наличие двух роликов блокировки создает систему защиты при прямом и обратном ходе пленки. На ручках прижимных кареток находятся посаженные эксцентрично штифты, что не позволяет закрыть крышку аппарата при неправильно поставленных каретках и включить приводной электродвигатель.

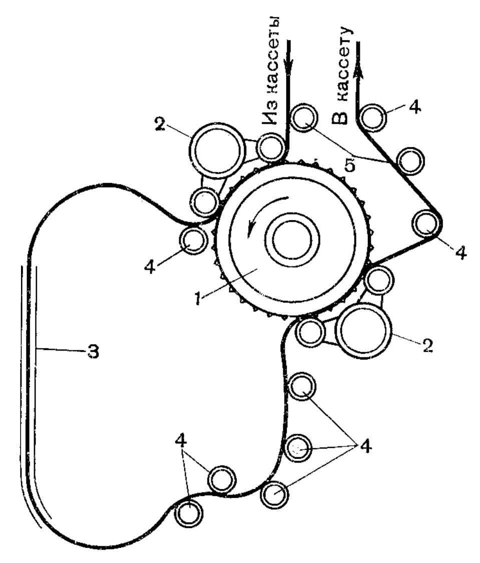


Рис. 66. Схема хода пленки в аппарате «Дружба»:
1 — зубчатый барабан, *2* — прижимные каретки, *3* — фильмовый канал, *4* — направляющие ролики, *5* — ролик на рычаге блокировки

Весь узел механизма равномерного транспортирования пленки выполнен в виде отдельного съемного блока, что позволяет производить его регулировку вне аппарата и быстро устанавливать на место.

Грейферный механизм

В аппарате используется малошумный грейферный механизм кривошипно-кулисного типа с качающейся кулисой и подвижным контргрейфером. Транспортирование пленки в фильмовом канале производится четырьмя зубьями грейфера, входящими в 4 и 5 перфорации под нижней границей кадрового окна симметрично с обеих сторон пленки. Фиксация положения пленки в период экспонирования осуществляется двухсторонним подвижным контргрейфером, зубья которого входят во вторые перфорации под кадровым окном. Работа грейфера и контргрейфера согласована таким образом, что зубья одного из них все время находятся в перфорациях, чем исключается возможность случайного смещения пленки. Для зарядки контргрейфер выводится в нерабочее положение специальной ручкой.

Грейферный механизм с контргрейфером и фильмовым каналом выполнены в виде одного общего конструктивного элемента. Это позволяет обеспечить постоянство взаимного положения всех частей и легко вынимать для регулировки и чистки основной узел аппарата. Оригинальной особенностью является также жесткая установка на специальном приливе к фильмовому каналу коллективной линзы визирующей системы, что всегда позволяет сохранять одинаковым положение плоскости пленки и матированной поверхности, на которых попеременно строится съемочным объективом изображение, относительно отражающей поверхности зеркального обтюратора.

Передняя рамка фильмового канала с кадровым окном выполнена съемной для удобства периодической чистки во время работы и замены при переходе от съемки фильмов с классическим форматом кадра на широкоэкранный.

Конструкция грейферного механизма и канала позволяет производить съемку с прямым и обратным направлением движения пленки. В обоих случаях постоянство положения изображения обеспечивается с точностью не менее 0,01 *мм*.

Обтюратор

В аппарате применен однолопастный зеркальный обтюратор с максимальным углом открытия 170°. Величина рабочего угла обтюратора может изменяться от нуля до полного открытия как при остановленном аппарате, так и во время съемки вручную и при помощи автоматически действующего механизма наплыва. Для устранения засветки пленки в кадровом окне, за счет отражений света матовым стеклом визирующей системы, на лицевой стороне зеркального обтюратора имеются закрылки, перекрывающие его на период экспонирования кадра.

Кинематическая схема и привод аппарата

Как видно из кинематической схемы (рис. 67), приводной электродвигатель через расположенный в нем редуктор с отношением 24 : 25 соединен эластичной муфтой непосредственно с валом грейферного механизма. От этого вала через пару винтовых шестерен с отношением 1 : 2 движение передается на главный вертикальный вал механизма аппарата, а от него через винтовую пару с отношением 2 : 1 валу обтюратора и через пару с отношением 1 : 4 на ось комбинированного зубчатого барабана. От нижнего конца вертикального вала через три отдельные передаточные пары приводится механизм счетчика метров и кадров, а от верхнего движение передается механизму полуавтоматического изменения угла открытия обтюратора. На оси зубчатого барабана находится фрикционно соединенный с ней шкив привода наматывателя пленки, передающий движение шкиву на кассете при помощи ремня.

Приводной синхронный электродвигатель типа 1М-62 мощностью 140 *вт* на валу питается от трехфазной сети переменного тока напряжением 220 *в* и при частоте 50 *гц* делает 1440 *об/мин*, с учетом имеющегося в нем редуктора 24 : 25. Включение аппарата в сеть переменного тока производится через специальное питающее устройство.

При проведении натурных съемок в зимних условиях поддержание внутри корпуса аппарата температуры, необходимой для нормальной работы механизма, достигается применением электрического подогревателя, включаемого автоматически с помощью термореле. Система из двух реле (включающего и выключающего подогреватель) обеспечивает поддержание температуры в пределах от + 15 до + 25° С.

Кассеты

В аппарате применяются двойные 300-*м* кассеты с завинчивающимися на резьбе крышками. Светозащитный лабиринт для прохода пленки из кассеты и в кассету состоит из трех свободно вращающихся роликов, оклеенных бархатом. Два ролика установлены на подпружиненных подшипниках и прижимаются к третьему с небольшим постоянным давлением, зажимая проходящую между ними пленку.

На осях сердечников для намотки пленки, выходящих на наружную обратную сторону кассеты, находятся приводные шкивы. Шкив приемного отделения кассеты соединяется с механизмом аппарата ремнем. При перемене направления движения пленки ремень должен быть переведен на шкив подающей части кассеты, которая в этом случае становится приемной. Конструкция кассет позволяет

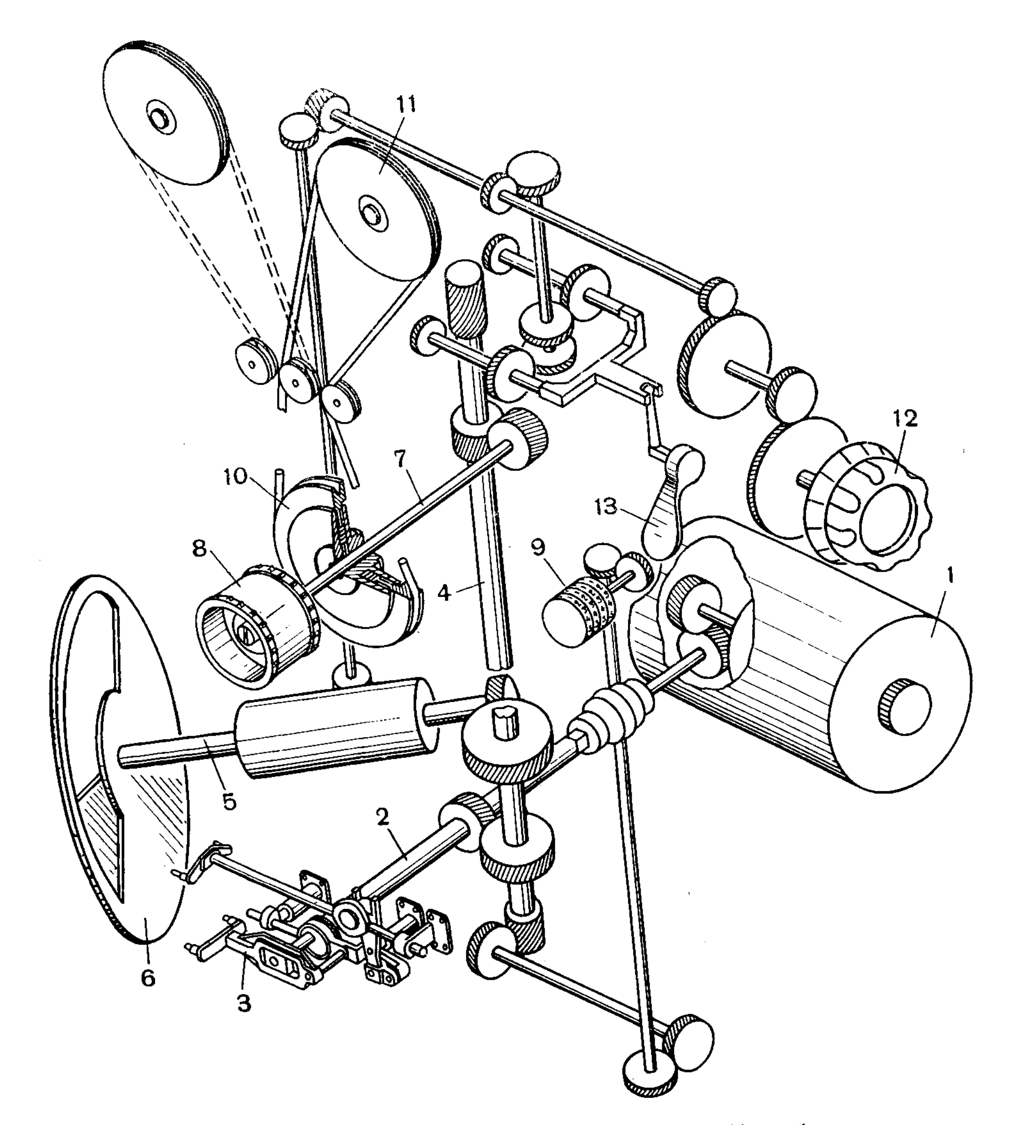


Рис. 67. Кинематическая схема аппарата «Дружба»:

1 — электродвигатель, *2* — вал грейфера, *3* — грейферный механизм, *4* — главный вертикальный вал, *5* — вал обтюратора, *6* — обтюратор зеркальный, *7* — ось зубчатого барабана, *8* — зубчатый барабан, *9* — счетчик, *10* — шкив привода наматывателя, *11* — шкив на кассете, *12* — ручка изменения угла открытия обтюратора, *13* — переключатель направления изменения угла обтюратора

устанавливать рулон пленки без перемотки на стандартном сердечнике диаметром 50 *мм*. В приемном отделении, кроме того, может применяться специальная разжимная бобышка, обеспечивающая легкое снятие с нее рулона пленки при зарядке.

Объективы и система визирования

В комплект аппарата входят семь киносъемочных объективов в индивидуальных переходных оправах байонетного типа:

ОКС1-18 с фокусным расстоянием 18 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-22 с фокусным расстоянием 22 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-28 с фокусным расстоянием 28 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-35 с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-40 с фокусным расстоянием 40 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,5;

ОКС1-50 с фокусным расстоянием 50 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-80 с фокусным расстоянием 80 *мм* и относительным отверстием 1 : 2.

Кроме того, в аппарате могут использоваться объективы других фокусных расстояний, а также объективы с переменным фокусным расстоянием и анаморфотные блоки и насадки для съемки широкоэкранных фильмов. Каждый объектив устанавливается в гнездо объективодержателя аппарата в строго определенном положении и закрепляется в нем, соединяясь одновременно с механизмом фокусирования. Перемещение объективов при наводке на резкость происходит без вращения. Шкалы дистанций, индивидуальные для каждого объектива, нанесены на переходных оправах. Конструкция оправ позволяет производить наводку на расстояния от 1 *м* до ∞, пользуясь общим механизмом и от 0,5 *м* непосредственно за кольцо на переходной оправе.

Фокусирование можно производить как по дистанционным шкалам, так и визуально — по резкости изображения на матовом стекле в визирующей системе с зеркальным обтюратором через лупу с увеличением 5,5 ×. При съемке широкоэкранных фильмов обычная лупа может быть заменена на дезанаморфирующую, что позволит оператору видеть недеформированное изображение.

Кроме системы визира с зеркальным обтюратором аппарат имеет приставной оптический визир, который удобно использовать при съемках эпизодов со сложным движением камеры. Исправление параллакса визира для плоскости наводки производится автоматически при фокусировании съемочного объектива так же, как и наводка визира на резкость.

Камера снабжена специальным устройством для съемки монтажных номеров и подачи синхронизирующих сигналов на звукозаписывающий аппарат. Необходимый монтажный номер предварительно набирается на барабане кадроотметчика, освещаемом на просвет специальной лампой, и его изображение проецируется дополнительным постоянным объективом в плоскость пленки в фильмовом канале со стороны основы. Впечатывание номеров производится через сделанную для этой цели прорезь в задней рамке канала.

Светозащитное устройство

Для предохранения объективов от посторонней засветки в аппарате применено универсальное светозащитное устройство с жесткой бленцой прямоугольной формы. Светофильтры размером 130 × 130 *мм* устанавливаются в рамках в предусмотренные для них пазы фильтродержателей, два из которых могут поворачиваться.

Рациональное использование светозащитного устройства с объективами различного фокусного расстояния обеспечивается перемещением его по штангам для установки на нужном расстоянии и применением дополнительных рамок-кашет, ограничивающих действующее сечение бленды, в зависимости от угла зрения объектива.

4. Киносъемочный аппарат «Мир» (модель 3-КСС)

Киносъемочный аппарат «Мир» (рис. 68), предназначенный для проведения синхронных съемок в павильонах киностудий при производстве широкоэкранных и обычных художественных фильмов, является одним из наиболее совершенных аппаратов этого класса. Его разработка выполнена коллективом специалистов МКБК под руководством С. И. Никитина и Б. И. Радчика с участием операторов и инженерно-технических работников киностудии «Мосфильм». В конструкции аппарата учтен и использован опыт разработки и эксплуатации большого количества других типов киносъемочной аппаратуры, что в сочетании с прогрессивными принципами построения отдельных элементов механизма, использованием новых материалов и технологии изготовления позволило сделать его наиболее удобным и надежным аппаратом для синхронных съемок.

Возможность применения разнообразных по фокусным расстояниям сферических и анаморфотных объективов делает аппарат «Мир» одинаково пригодным для съемки обычных и широкоэкранных фильмов. Наличие совершенной системы наблюдения за снимаемым объектом при помощи двух оптических визиров — одного

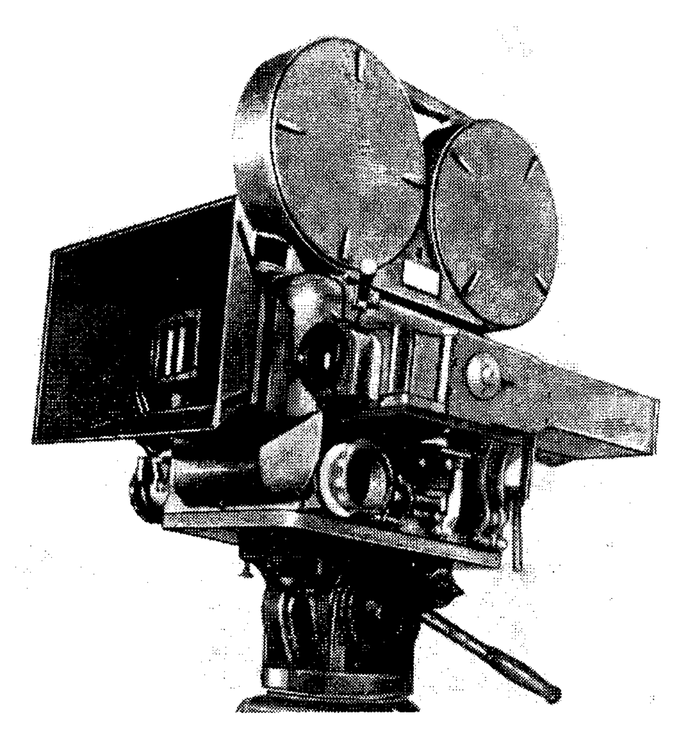


Рис. 68. Киносъемочный аппарат «Мир»

беспараллаксного, использующего зеркальный обтюратор, и второго для наблюдения двумя глазами — обеспечивает выполнение самых сложных съемок с движением камеры.

Основные технические показатели киносъемочного аппарата типа «Мир» (модель 3-КСС) приведены в табл. 12.

Таблица 12

Основные технические показатели киносъемочного аппарата типа «Мир» (модель 3-КСС)

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16 × 22 и 18,7 × 22 *мм*
Частота съемки	24 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Зеркальный, однолопастный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 170°
Тип грейфера	Двухсторонний, четырехзубый — по два зуба с каждой стороны
Контргрейфер	Подвижной — двухзубый

Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Двойные на 300 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	Отсутствует
Механизм наплыва	Полуавтоматический
Тип привода	Синхронный электродвигатель переменного тока
Система визирования	С использованием зеркального обтюратора и приставного оптического визира
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	18, 22, 28, 35, 40, 50 и 80 *мм*; анаморфотные — 35, 50 и 80 *мм*
Тип светозащитного устройства	Прямоугольной формы — жесткого типа
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8''$
Размеры: длина	800 *мм*
Размеры: высота	615 *мм*
Размеры: ширина	580 *мм*
Вес	65 *кг*

Механизм аппарата

Транспортирование пленки в киноаппарате производится по однопоточной схеме. Лентопротяжный механизм, за исключением кассет, полностью расположен во внутреннем корпусе, который помещен во второй — наружный, являющийся звукозаглушающим боксом. Внутренний корпус для уменьшения передачи вибраций соединен с наружным корпусом через специальные амортизационные устройства.

С целью уменьшения веса ряд корпусных деталей аппарата изготовлен из легкого магниевого сплава с защитной антикоррозионной обработкой поверхности. Применение боксирования с использованием специального звукопоглощающего материала, малошумного грейферного механизма и преимущественно винтовых и червячных передач позволило обеспечить низкий уровень шума аппарата во время работы, без применения защитного стекла перед объективами. В механизме аппарата (кроме узла грейфера) применены самосмазывающиеся железографитные подшипники, что существенно упрощает эксплуатационное обслуживание.

Как видно из схемы на рис. 69, транспортирование пленки производится одним комбинированным 32-зубым барабаном, делающим 180 *об/мин*. Постоянство зацепления перфораций пленки

с зубьями барабана обеспечивается двумя прижимными каретками. После каждой из кареток по ходу пленки установлены пленкосниматели, исключающие возможность наматывания ее на барабан

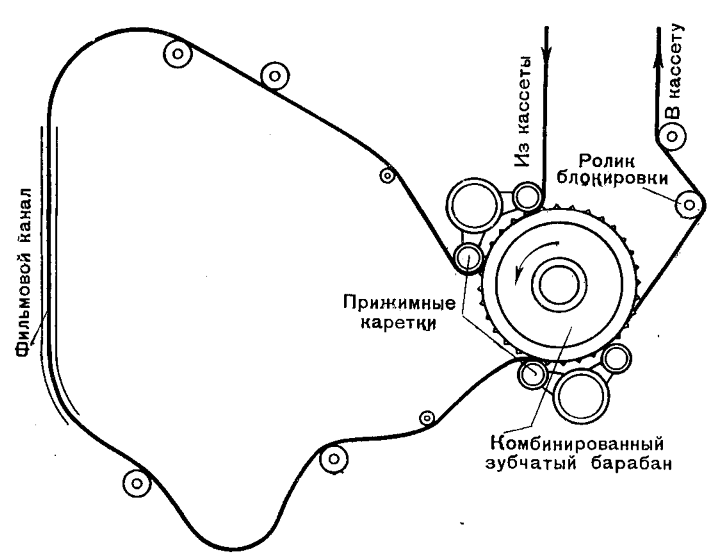


Рис. 69. Схема транспортирования пленки в аппарате «Мир»

при ослаблении натяжения или неправильном ходе. В случае окончания пленки, обрыве или неисправности работы наматывателя приемной кассеты механизм аппарата автоматически выключается электромеханической блокировкой.

Грейферный механизм

В аппарате применен кривошипно-кулисный грейферный механизм с качающейся кулисой, обеспечивающий при помощи подвижного двухзубого контргрейфера фиксацию пленки с точностью не менее 0,01 *мм* в вертикальном и горизонтальном направлениях. Пленка продвигается четырьмя зубьями грейфера, входящими в перфорации, симметрично по два с каждой стороны в третьи и четвертые отверстия ниже кадрового окна фильмового канала. Фиксирующие зубья контргрейфера входят во вторую пару перфораций под кадровым окном.

Для обеспечения постоянства взаимного положения отдельных элементов грейферный механизм и фильмовый канал выполнены в виде общего конструктивного узла, легко вынимаемого из аппарата для чистки или замены передней рамки. При переходе на съемку широкоэкранных фильмов кроме смены рамки фильмового канала под плато грейферного механизма устанавливается дополнительная прокладка толщиной 0,9 *мм*, смещающая его на эту величину относительно оси объективодержателя, чем обеспечивается совпадение оптических осей объективов с центром широкоэкранного кадра.

Конструкция грейферного механизма допускает съемку с обратным направлением движения пленки при сохранении той же степени устойчивости положения изображения, что и при прямом ходе.

Кинематическая схема и привод аппарата

Основная особенность механизма аппарата «Мир» (рис. 70) заключается в отсутствии высокооборотного редуктора между главным валом аппарата и ротором приводного электродвигателя. Такой редуктор с передаточным отношением 24 : 25 обычно применяется для вращения главного вала со скоростью 1440 *об/мин* при 1500 оборотах ротора синхронного приводного электродвигателя и позволяет выполнять передачи от главного вала к механизму грейфера и обтюратора с соотношением 1 : 1.

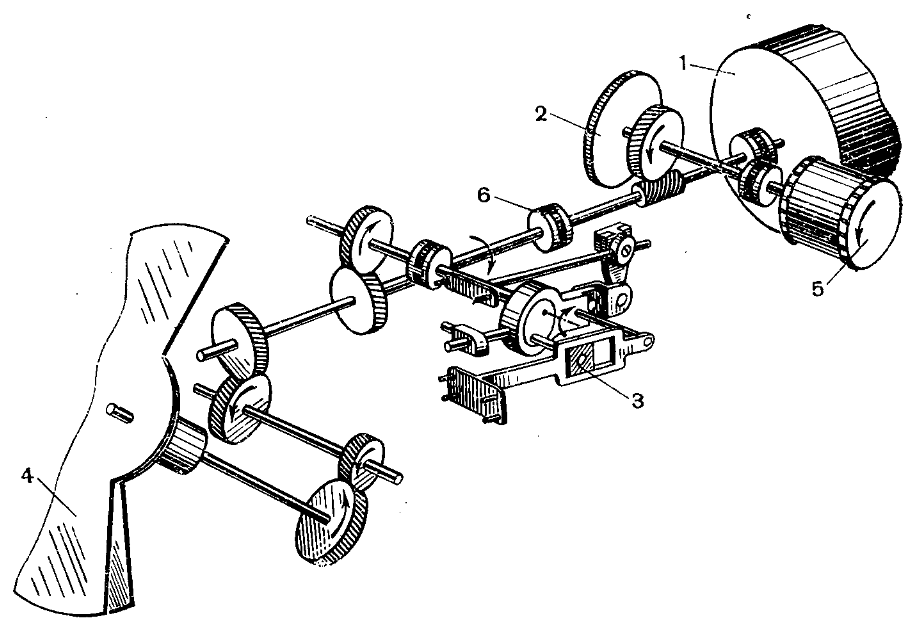


Рис. 70. Кинематическая схема аппарата «Мир»:
1 — электродвигатель, *2* — передача на ось зубчатого барабана, *3* — грейферный механизм, *4* — обтюратор, *5* — зубчатый барабан, *6* — муфта, соединяющая две части главного вала

Однако высокооборотный редуктор всегда является значительным источником шума, что особенно нежелательно в аппарате для синхронных съемок. В аппарате «Мир» такой редуктор отсутствует,

и главный вал приводится в движение непосредственно от синхронного электродвигателя, делая, соответственно, 1500 *об/мин*. При этом получение частоты съемки в 24 *кадр/сек* достигается понижением числа оборотов при передаче движения отдельно от главного вала к грейферному механизму и обтюратору с отношением 24 : 25, и к зубчатому транспортирующему барабану с отношением 3 : 25. Такое решение позволило избавиться от отдельного редуктора, но обусловило применение упомянутых выше некратных передач к грейферу и обтюратору, при которых усложняется прикатка шестерен, что, в свою очередь, может вызывать некоторое повышение уровня шума. Другой особенностью механизма аппарата является применение наклонного главного вала, расположенного под углом 9° к основанию и разделенного на две части, соединенные между собой эластичной муфтой.

Однолопастный зеркальный обтюратор с переменным от 0 до 170° углом открытия приводится в движение от главного вала через две пары передач. Изменение рабочего угла обтюратора может производиться вручную как при остановленном аппарате, так и во время съемки. Для выполнения полуавтоматического наплыва на аппарат устанавливается специальный механизм, позволяющий плавно изменять величину угла обтюратора от полного открытия до полного закрытия на протяжении съемки 50, 75 или 125 кадров.

На аппарате применяется одновременно два электродвигателя. Основной трехфазный синхронный электродвигатель реактивного или гистерезисного типа, делающий при питании от сети с частотой 50 *гц* 1500 *об/мин*, приводит в движение лентопротяжный и грейферный механизмы, а наматыватель приемной кассеты приводится в движение отдельным асинхронным электродвигателем, установленным непосредственно на кассете. Применение двух раздельных двигателей позволило, с одной стороны, обеспечить постоянство нагрузки основного двигателя, вне зависимости от диаметра рулона пленки в приемной кассете, а с другой — создать оптимальные условия намотки пленки.

Электропитание двигателей аппарата и ламп освещения шкал производится от сети переменного тока через питающее устройство, в котором находятся все элементы управления пуском и остановкой. При помощи специальных реле обеспечивается плавный пуск аппарата и необходимая разница в моментах включения и остановки двигателей основного привода и наматывателя.

Кассеты

В аппарате применяются двойные кассеты, вмещающие 300 *м* кинопленки. Их подающая и приемная части полностью светоизолированы одна от другой и имеют отдельные завинчивающиеся крышки. Чтобы облегчить зарядку и разрядку в приемной и подающей частях кассет, применены разжимные бобины диаметром 70 *мм*, что, однако, вызывает необходимость предварительной перемотки пленки, так как она выпускается на сердечниках диаметром 50 *мм*. Для зарядки без предварительной перемотки предусмотрена возможность установки в подающую часть кассеты рулона пленки на фабричном сердечнике диаметром 50 *мм*, при этом разжимная 70-*мм* бобина снимается. Однако в этом случае ухудшаются условия намотки пленки при обратном ходе аппарата.

Электродвигатель наматывателя крепится на обратной стороне корпуса кассеты. При изменении направления движения пленки для съемки в обратном направлении электропривод кассеты переводится в положение зацепления с осью бобины подающей части кассеты. В этом случае происходит автоматическое переключение обоих электродвигателей аппарата на обратное направление вращения.

Устья кассет имеют светозащитные замки, открывающиеся автоматически при установке их на аппарат, что исключает возможность случайной засветки пленки. На корпусе аппарата кассеты крепятся эксцентриковым замком.

Объективы и система визирования

Для съемки фильмов с классическим форматом кадра в аппарате применяются объективы семи фокусных расстояний, смонтированные в индивидуальных переходных оправах:

ОКС1-18 с фокусным расстоянием 18 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-22 с фокусным расстоянием 22 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-28 с фокусным расстоянием 28 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-35 с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-40 с фокусным расстоянием 40 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,5;

ОКС1-50 с фокусным расстоянием 50 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-80 с фокусным расстоянием 80 *мм* и относительным отверстием 1 : 2.

Съемка широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением при формате кадра 18,7 × 22 *мм* обеспечивается применением анаморфотных объективов с фокусными расстояниями 35, 50 и 80 *мм*.

Ассортимент обычных и анаморфотных объективов при необходимости может быть расширен.

Любой из объективов при установке в гнездо объективодержателя автоматически соединяется с механизмом фокусирования

аппарата, и наводка на фокус достигается перемещением объектива в переходной оправе. Управление фокусированием производится при помощи одной из трех ручек, две из которых расположены слева и справа внизу на боковых стенках аппарата в его передней части, а третья — справа внизу у задней стенки корпуса. Дистанционные шкалы нанесены непосредственно на переходных оправах, освещаются лампочками и видны с места оператора в специальное перископическое устройство, позволяющее вести наблюдение с правой или левой стороны аппарата. При измерении расстояния до объекта наводки рулеткой ее кольцо надевается на один из двух крючков на корпусе аппарата, расположенных в плоскости пленки.

Наводка может также производиться по резкости изображения на матовом стекле визирующего устройства. В этом случае контроль за резкостью производится непрерывно в течение всего времени съемки и имеется возможность вносить необходимые поправки в зависимости от перемещения объекта. Система визира с зеркальным обтюратором позволяет осуществлять наблюдение за композиционным построением кадра, резкостью изображения и одновременно оценивать глубину резко изображаемого пространства, зависящую от величины действующего отверстия объектива, его фокусного расстояния и дистанции наводки.

Визирующая система аппарата дает возможность видеть изображение не только в пределах поля, соответствующего снимаемому кадру, но и некоторую часть пространства за его пределами, что позволяет оператору при панорамировании или съемке движущихся предметов заблаговременно предвидеть изменения в кадре.

Все сказанное относительно визирующей системы справедливо и для случая съемки широкоэкранных фильмов с анаморфированием изображения. При этом меняется только объектив и окуляр лупы визирующей системы с целью получения недеформированного изображения. Лупа, предназначенная для классического формата кадра, дает прямое изображение при увеличении $7^{\times}$, а дезанаморфирующая по горизонтали $8^{\times}$ и по вертикали $4^{\times}$. В обеих лупах предусмотрена регулировка окуляра по глазу в пределах ± 6 диоптрий.

Конструкция оправ объективов позволяет производить наводку на дистанции от 0,5 *м* для фокусных расстояний от 18 до 40 *мм* и от 1,0 *м* для всех остальных фокусных расстояний. Анаморфотные объективы фокусируются на дистанции от 1,5 *м* до ∞. К анаморфотному объективу с фокусным расстоянием 50 *мм* имеются дополнительные насадочные линзы для съемки крупных планов с расстояния от 0,5 *м*.

Для наблюдения за композиционным построением кадра при сложном панорамировании, когда использование визира с зеркальным обтюратором, требующего наблюдения одним глазом, неудобно, применяется приставной оптический визир. Он пригоден для

съемки обычных и широкоэкранных фильмов. Визир снабжен устройством для автоматического исправления параллакса на дистанции наводки. Фокусирование объектива визира сопряжено с механизмом наводки съемочных объективов аппарата и выполняется автоматически.

Поле зрения визира ограничивается подвижными кашетами соответственно полю применяемых съемочных объективов. Без дополнительных оптических насадок визир можно применять

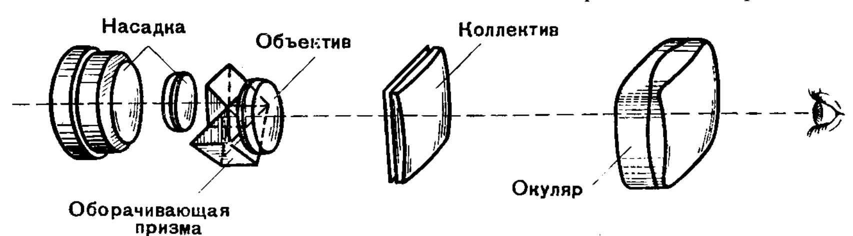


Рис. 71. Оптическая схема визира киносъемочного аппарата «Мир»

с объективами, имеющими фокусные расстояния от 35 *мм* и выше, а также с анаморфотными блоками более 50 *мм*. При короткофокусных объективах и анаморфотных системах на визире устанавливается дополнительная оптическая насадка, расширяющая угол поля зрения. На рис. 71 приведена схема приставного визира.

Аппарат снабжен специальным устройством для впечатывания монтажных номеров перед снимаемыми планами. Номер (до семи знаков) набирается на специальном нумераторе, снабженном осветительным устройством и простейшей оптической системой, фокусируемой на дистанцию наводки съемочного объектива. В начале съемки плана нумератор вводится в поле зрения объектива и через определенное время автоматически убирается в сторону. Одновременно со съемкой номера для синхронной отметки подается электрический сигнал на аппарат записи звука.

Светозащитные устройства

В комплект аппарата входят два светозащитных устройства жесткого типа. Одно из них применяется с объективами, имеющими фокусные расстояния 18, 22, 28 *мм*, и анаморфотными блоками с фокусными расстояниями 50 *мм* и меньше. Второе светозащитное устройство аналогичной конструкции рассчитано на работу с объективами 28, 35, 40, 50 и 80 *мм*, а также анаморфотным блоком с фокусным расстоянием 80 *мм*. В каждом из светозащитных устройств при применении на аппарате приставного оптического визира снимается левая стенка жесткого конического раструба бленды. На верхней и левой боковой створках бленд имеются гнезда для крепления кронштейна дополнительной светозащитной

заслонки — солнечного зонта, устанавливаемого при съемке в натурных условиях.

На корпусе каждого из светозащитных устройств укреплен описанный выше кадроотметчик для съемки монтажных номеров. В специальные пазы вставляются рамки со светофильтрами размером 130 × 130 или 130 × 180 *мм*, а также различные кашеты и сетки.

5. Киносъемочный аппарат «Эра» (модель 1-КОС)

Аппарат «Эра» (рис. 72) разработан в МКБК коллективом конструкторов под руководством Г. А. Шмидта в содружестве со специалистами и операторами Центральной студии документальных фильмов. Этот аппарат предназначен для проведения синхронных съемок на 35-*мм* пленке в условиях кинохроники и документальной кинематографии. Незначительный вес, надежность

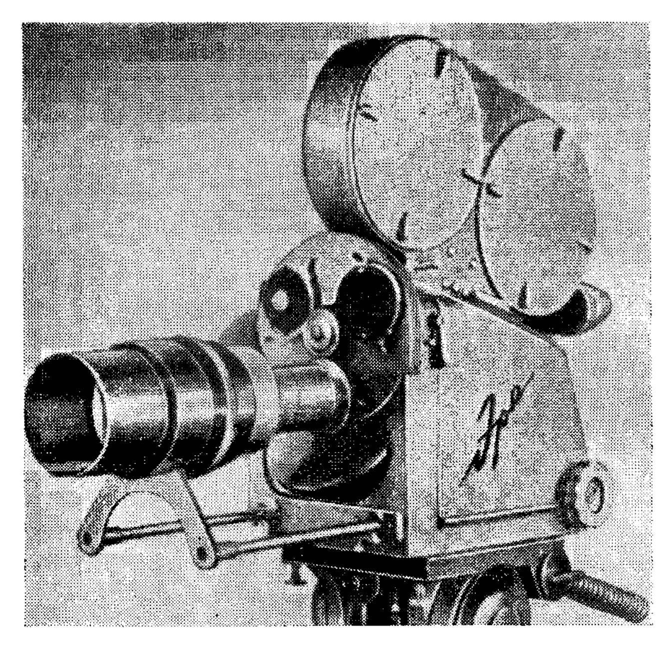


Рис. 72. Киносъемочный аппарат «Эра»

и удобство работы дают основание предполагать, что аппарат «Эра» будет также использоваться для натурных съемок в художественной и научно-популярной кинематографии. Он снабжен большим набором разнообразных по фокусному расстоянию объективов и анаморфотных насадок, что расширяет возможности его применения.

Специфическая особенность аппарата «Эра»— наличие модулятора света для записи монтажной черновой фонограммы. Такая фонограмма, получаемая на одной пленке с изображением, служит в дальнейшем для облегчения подбора и монтажа основных фонограмм, записанных на отдельном звукозаписывающем аппарате.

Таблица 13

Основные технические показатели киносъемочного аппарата «Эра» (модель 1-КОС)

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×22 *мм*
Частота съемки	Фиксированная 24 и 25 *кадр/сек* и переменная от 12 до 32 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Зеркальный однолопастный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	Постоянный 170°
Тип грейфера	Двухсторонний — по одному зубу с каждой стороны
Контргрейфер	Подвижной двухзубый
Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Полуторные на 300 *м* пленки, двойные на 120 *м* пленки
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	Отсутствует
Механизм наплыва	Отсутствует
Тип привода	Электродвигатели переменного и постоянного тока
Система визирования	С зеркальным обтюратором
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	18, 22, 28, 35, 50, 100, 150 *мм*, анаморфотные насадки с объективами 50 и 75 *мм*
Тип светозащитного устройства	Индивидуальные бленды для обычных объективов. Приставное светозащитное устройство для анаморфотных насадок
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8$″
Размеры: длина	595 *мм*
Размеры: высота	550 *мм*
Размеры: ширина	320 *мм*
Вес	25 *кг*

Питание модулятора звуковой частотой производится от усилительного устройства аппарата записи звука. Как показал опыт работы Центральной студии документальных фильмов, где запись таких монтажных фонограмм производится по предложению звукооператора В. А. Нестерова уже в течение многих лет, этот метод значительно облегчает и ускоряет работы по разборке и монтажу синхронно снятого материала.

Основные технические показатели киносъемочного аппарата «Эра» (модель 1-КОС) приведены в табл. 13.

Механизм аппарата

Транспортирование кинопленки на всем ее пути в аппарате производится по однопоточной схеме. Лентопротяжный механизм росположен в корпусе камеры и изолирован от него для снижения уровня шума специальными амортизационными устройствами. Приставные кассеты и электродвигатель имеют самостоятельную боксировку. Корпус аппарата изготовлен из легкого магниевого сплава. В механизме использованы преимущественно винтовые и червячные передачи, что в сочетании с малошумным грейфером и небольшим звукозаглушением позволило довести уровень шума до 35—36 *дб* на расстоянии в 1 *м*. Учитывая, что вес аппарата составляет всего 25 *кг*, такой уровень следует признать удовлетворительным, тем более, что при событийных и натурных съемках уровень постороннего шума обычно существенно превышает эту величину.

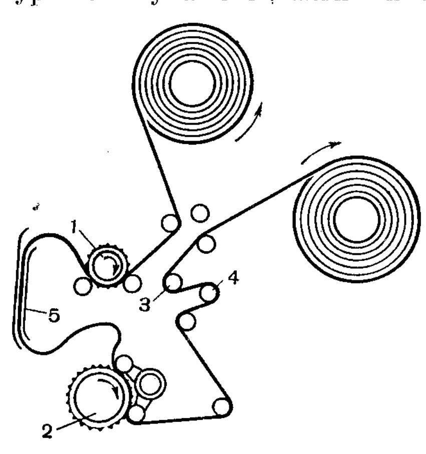


Рис. 73. Схема транспортирования пленки в аппарате «Эра»:
1 — 16-зубый транспортирующий барабан, *2* — 24-зубый барабан, *3* — ролик блокировки, *4* — гладкий барабан стабилизатора скорости, *5* — фильмовый канал

Как видно из схемы прохождения пленки в аппарате (рис. 73), ее транспортирование осуществляется двумя зубчатыми барабанами. Первый по ходу, 16-зубый, делающий 360 *об/мин*, вытягивает пленку из подающей кассеты и пополняет свободную петлю перед фильмовым каналом; второй — 24-зубый ограничивает поступление в приемную кассету и тем самым поддерживает постоянство среднего размера петли после фильмового канала, делая соответственно 240 *об/мин*. Зацепление перфораций пленки с обоими зубчатыми барабанами обеспечивается соответствующими прижимными каретками.

Каждый из зубчатых барабанов снабжен пленкоснимателем, препятствующим наматыванию пленки при ее неправильном ходе или ослаблении натяжения. Автоматическое выключение механизма аппарата при обрыве пленки, ее окончании или ненормальной работе наматывателя в приемной кассете обеспечивается электромеханической блокировкой, срабатывающей в результате перемещения подпружиненного блокировочного ролика. Если прижимные каретки не установлены в рабочее положение, пуск аппарата тоже невозможен, так как в этом случае нельзя закрыть первую из двух дверец и включить приводной электродвигатель.

Грейферный механизм

В аппарате использован кривошипно-шатунный грейферный механизм с контргрейфером. Пленка транспортируется двумя зубьями грейфера, входящими в первую пару перфораций ниже кадрового окна по одному с каждой стороны. Фиксация положения пленки в фильмовом канале во время экспонирования обеспечивается двухзубым контргрейфером, входящим в третью пару перфораций ниже кадрового окна с эмульсионной стороны. Работа механизма грейфера и контргрейфера согласована таким образом, что в перфорациях все время находятся зубья одного из них, чем исключается возможность случайного смещения пленки. Постоянство положения изображения обеспечивается с точностью не менее 0,01 *мм* при пленке с усадкой, не превышающей установленных допусков. Следует обратить внимание на то, что от степени усадки в значительной мере зависит уровень шума аппарата. Механизм камеры обеспечивает возможность съемки как при прямом, так и обратном направлении движения пленки.

Интересной особенностью аппарата «Эра» является конструкция фильмового канала, в котором пленка проходит свободно и не прижимается принудительно задней рамкой. Прижим к передней части канала в зоне кадрового окна достигается только за счет упругости самой пленки при соответствующем ее изгибе, так же как это осуществлено в аппарате «Родина». Такого прижима вполне достаточно для сохранения постоянства положения плоскости пленки и полного ее выравнивания. Этому способствует искривление канала в нижней части в соответствии с траекторией движения зубьев грейфера при общей относительно небольшой его длине. Вместе с тем пленка в фильмовом канале без принудительного прижима проходит с меньшим трением, слабее выражено образование нагара и, следовательно, меньше возможностей для появления повреждений.

Передняя рамка канала легко снимается для периодической чистки в процессе съемок. Для съемки широкоэкранных фильмов передняя рамка с кадровым окном 16 × 22 *мм* заменяется аналогичной с окном 18,7 × 22 *мм*.

Кинематическая схема и привод аппарата

Как видно из кинематической схемы (рис. 74), приводной электродвигатель без переходного редуктора непосредственно соединяется через муфту с грейферным валом аппарата. Такое соеди-

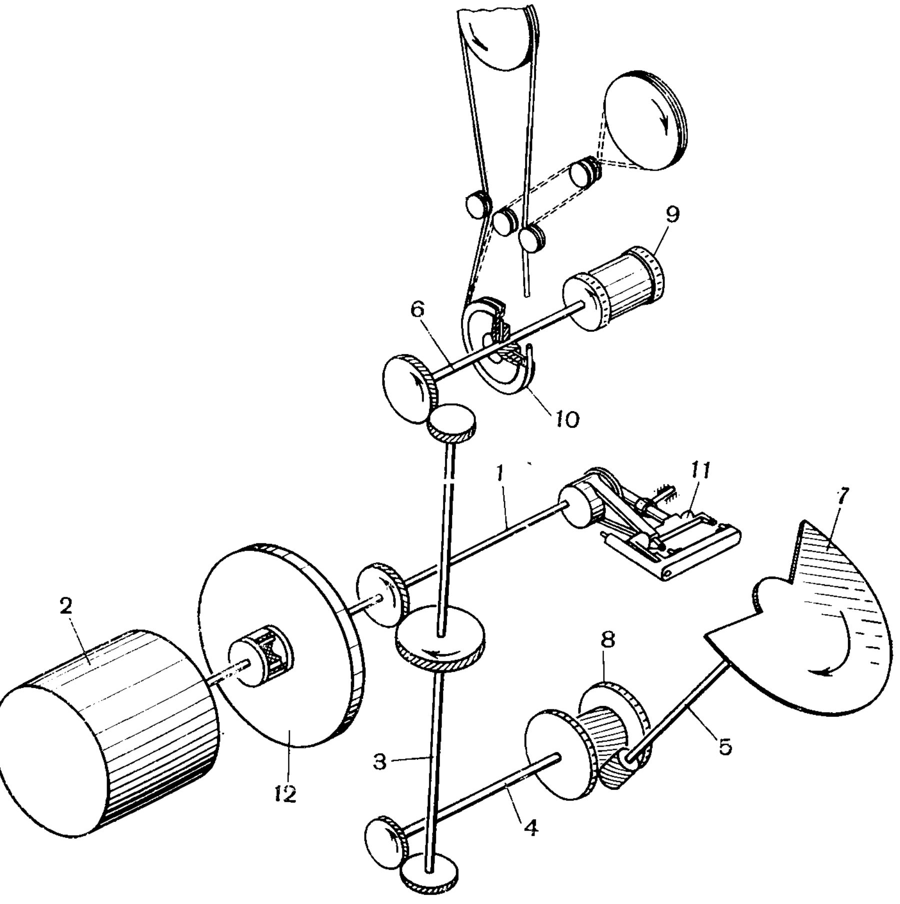


Рис. 74. Кинематическая схема аппарата «Эра»:
1 — вал грейфера, *2* — электродвигатель, *3* — вертикальный вал, *4* — ось зубчатого барабана, *5* — вал обтюратора, *6* — ось зубчатого барабана, *7* — зеркальный обтюратор, *8* и *9* — зубчатые барабаны, *10* — шкив привода кассеты, *11* — грейферный механизм с контргрейфером, *12* — маховик

нение синхронного двигателя оказалось возможным благодаря применению для его питания полупроводникового частотного преобразователя, обеспечивающего подачу на обмотки двигателя трехфазного переменного тока частотой 48 *гц* при включении самого питающего устройства в сеть 50 *гц*. В этом случае ротор двига-

теля развивает 1440 *об/мин* вместо 1500 при питании непосредственно от сети. Введение в схему питающего устройства частотного преобразователя с 50 на 48 *гц* позволило отказаться от быстроходного механического редуктора, который всегда является значительным источником шума.

При использовании аппарата «Эра» в студиях телевидения, где принят стандарт частоты съемки в 25 *кадр/сек*, его следует питать без частотного преобразователя, непосредственно от сети переменного тока через понижающий трансформатор. В аппарате применен синхронный трехфазный электродвигатель гистерезисного типа, рассчитанный на питание напряжением 36 *в*. Использование низковольтного двигателя позволяет применять его и при питании аппарата от аккумуляторов в условиях выездных съемок, преобразовывая постоянный ток в переменный при помощи соответствующего полупроводникового преобразователя, обеспечивая при этом строгое постоянство частоты, необходимое для синхронной съемки. Изменением частоты получаемого таким путем напряжения можно соответственно менять в необходимых пределах и частоту съемки. Кроме указанного электродвигателя в аппарате может использоваться обычный двигатель постоянного тока, питаемый непосредственно от аккумуляторов, если постоянство частоты съемки не является обязательным или используется какой-либо другой метод синхронизации камеры с звукозаписывающим аппаратом.

Для улучшения равномерности хода механизма аппарата при переменной нагрузке, создаваемой грейфером, на его оси помещен маховик. С грейферного вала, делающего 1440 *об/мин*, движение передается через пару шестерен с отношением 1 : 3 промежуточному вертикальному валу, от которого, в свою очередь, через одну пару с отношением 3 : 4 приводится ось верхнего зубчатого барабана, делающая 360 *об/мин*, а через вторую — с отношением 1 : 2 ось нижнего зубчатого барабана, делающая 240 *об/мин*. На оси верхнего зубчатого барабана фрикционно посажен шкив, приводящий через ременную передачу наматыватель пленки в приемной кассете. Ось зеркального обтюратора, имеющего постоянный угол открытия 170°, приводится в движение со скоростью 1440 *об/мин* от вала нижнего зубчатого барабана через пару шестерен с отношением 6 : 1. Шестерня на оси зубчатого барабана расположена между двумя его венцами, несущими зубья. Как видно из схемы, передача на обтюратор излишне усложнена и осуществляется от главного вала аппарата через три пары шестерен сначала с понижением числа оборотов в шесть раз, а затем с таким же повышением.

Обеспечение нормальной работы механизма при низких температурах достигается применением электрического подогревателя, позволяющего поддерживать необходимую температуру внутри корпуса аппарата.

Кассеты

В аппарате могут применяться два типа кассет — полуторные на 300 *м* пленки и двойные на 120 *м*. Первые имеют общую крышку, откидывающуюся на петлях, вторые — две отдельные съемные крышки для подающей и приемной части, крепящиеся байонетным запором. В приемную часть кассет рулон пленки устанавливается на стандартном сердечнике и, следовательно, не требует перемотки. Произвольное разматывание пленки устраняется постоянным подтормаживанием оси подающей части кассеты. Для облегчения снятия экспонированной пленки в приемной части применены разжимные бобины, диаметр которых уменьшается вращением специальной ручки. Каждая кассета снабжена указателем количества находящейся на ней неэкспонированной пленки, действующим на принципе измерения диаметра рулона. Наматыватели приводятся в движение ремнем, соединяющим шкив на кассете со шкивом на аппарате. В случае съемки с обратным движением пленки приводной ремень перебрасывается со шкива на приемной части на шкив подающей части кассеты, которая становится приемной. Светоизоляция устья кассет обеспечивается лабиринтом со свободновращающимися роликами. Заряженная кассета крепится на корпусе аппарата специальным запором. Для уменьшения шума механизм наматывателя вместе с приводным ремнем после установки кассет на аппарат закрывается звукоизолирующей крышкой.

Объективы и система визирования

Аппарат имеет поворотную турель с гнездами для трех объективов в переходных оправах. На турели могут быть одновременно установлены три объектива с фокусными расстояниями не более 100 *мм*. Объективы с анаморфотными насадками, объективы с фокусными расстояниями больше 100 *мм*, объективы с переменным фокусным расстоянием устанавливаются на аппарат по одному. В этом случае в свободные гнезда турели вставляются специальные заглушки, одна из которых жестко фиксирует ее положение. При установке объектива с фокусным расстоянием 300 *мм*, кроме того, применяется опорная подставка.

В аппарате могут использоваться киносъемочные объективы различных фокусных расстояний:

ОКС1-18 с фокусным расстоянием 18 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-22 с фокусным расстоянием 22 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-28 с фокусным расстоянием 28 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-35 с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-40 с фокусным расстоянием 40 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,5;

ОКС1-50 с фокусным расстоянием 50 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-80 с фокусным расстоянием 80 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-100 с фокусным расстоянием 100 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-150 с фокусным расстоянием 150 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-200 с фокусным расстоянием 200 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-300 с фокусным расстоянием 300 *мм* и относительным отверстием 1 : 3,5.

«Ленар» с переменным фокусным расстоянием от 40 до 162 *мм* и относительным отверстием 1 : 3,8; а также объективы ОКС-50 и ОКС-75 в специальных оправах с анаморфотной насадкой НАС-4 для широкоэкранных съемок.

Кроме того, в аппарате могут применяться анаморфотные блоки с объективами фокусных расстояний 35, 100, 150 и 200 *мм* в специальных оправах для этого аппарата.

Фокусирование всех объективов производится специальным механизмом, передающим движение переходным оправам от любой из двух ручек управления, расположенных внизу сзади на боковых стенках аппарата. При установке объектива в гнездо турели происходит сцепление шестерни на его оправе с шестерней механизма фокусирования. Наводка на резкость может производиться по индивидуальным шкалам дистанций, нанесенным на оправе каждого объектива или визуально по изображению в визирующем устройстве. Конструкция переходных оправ позволяет осуществлять наводку на дистанции от 1 *м* до ∞ для объективов с фокусным расстоянием от 18 до 80 *мм*, от 1,5 *м* до ∞ для объектива с фокусным расстоянием 100 *мм*, от 3 *м* до ∞ для объективов с фокусным расстоянием 150 и 200 *мм* и от 5 *м* до ∞ для объектива с фокусным расстоянием 300 *мм*. Для выполнения крупномасштабных съемок к объективу с фокусным расстоянием 80 *мм* имеются два дополнительных переходных кольца, с применением которых наводка может производиться на расстояния от 0,36 до 0,44 *м* и от 0,44 до 0,7 *м*. Объектив «Ленар» фокусируется на дистанции от 2 *м* до ∞.

При использовании анаморфотных насадок наводка на резкость обеспечивается для расстояний от 1,5 *м* до ∞.

Для трех любых объективов с фокусными расстояниями от 18 до 80 *мм*, одновременно установленных в турели аппарата, обеспечивается сопряженное фокусирование, при котором они все

устанавливаются на дистанцию наводки рабочего объектива. Такая система позволяет оператору при смене объективов поворотом турели всегда иметь любой из них отфокусированным на дистанцию съемки. Полное совпадение наводок достигается для расстояний от 2 *м* до ∞.

Установка нужного значения величины относительного отверстия производится диафрагменным кольцом на оправе каждого объектива отдельно по шкале, отградуированной в эффективных значениях. В оправах объективов с фокусными расстояниями от

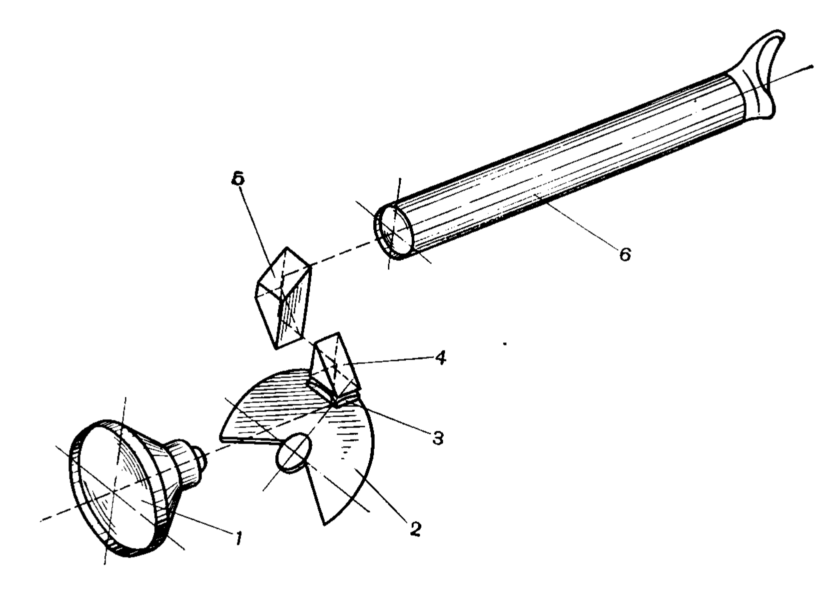


Рис. 75. Оптическая схема аппарата «Эра»:
1 — съемочный объектив, *2* — зеркальный обтюратор, *3* — коллектив, *4*—прямоугольная призма, *5* — призма, *6* — лупа

18 до 50 *мм* кольца диафрагмы имеют фиксаторы для каждого целого значения величины относительного отверстия, что позволяет в отдельных случаях изменять степень диафрагмирования, не глядя на шкалу.

Наблюдение за кадром во время съемки производится при помощи визирующего устройства, позволяющего, благодаря применению зеркального обтюратора без какого-либо параллакса, рассматривать в лупу изображение, построенное рабочим объективом. Одновременно можно визуально оценивать правильность наводки, величину резко изображаемого пространства и производить перефокусирование во время съемки.

На рис. 75 приведена схема визирующего устройства. Изображение, построенное съемочным объективом в кадровом окне в момент перекрытия его зеркальным обтюратором, отбрасывается на матированную поверхность коллективной линзы и через систему из двух призм рассматривается в лупу. При съемке обычных фильмов с классическим форматом кадра применяется лупа с увеличением 5,7×. В случае использования аппарата для съемки широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением эта лупа заменяется на дезанаморфирующую с увеличением в горизонтальном направлении 6,5×, а в вертикальном 3,25×, что позволяет оператору видеть недеформированное изображение. Обе лупы, входящие в комплект аппарата, имеют перемещение окуляров для индивидуальной корректировки по глазу в пределах ±5 Д. Дезанаморфирующая лупа снабжена автоматически действующим световым замком, открывающимся при нажиме на наглазник. Обычная лупа имеет светозащитную шторку с ручным управлением от специальной рукоятки на ее корпусе.

Светозащитные устройства

В аппарате применяются два вида светозащитных устройств — индивидуальные бленды круглого сечения для объективов с фокусными расстояниями от 35 до 300 *мм* и жесткое универсальное светозащитное устройство прямоугольной формы для объективов от 18 до 100 *мм* и анаморфотных насадок. Таким образом, объективы от 35 до 100 *мм* могут использоваться как с индивидуальными блендами, так и с универсальным светозащитным устройством.

Ввиду большой разницы углов зрения объективов, используемых с универсальным светозащитным устройством, оно имеет две дополнительные откидные кашеты с отверстиями различного размера, ограничивающими входное сечение. Каждая из кашет может применяться с несколькими объективами близких фокусных расстояний, для чего все светозащитное устройство перемещается в известных пределах вдоль оси съемочного объектива, изменяя расстояние до кашеты, а следовательно, и ограничиваемый ею угол поля зрения.

Кашеты расположены на передней части прямоугольной бленды таким образом, что снаружи находится кашета, соответствующая более длиннофокусным объективам, а под ней — объективам средних фокусных расстояний. При работе с широкоугольными объективами, имеющими фокусные расстояния 18 и 22 *мм*, поднимаются обе кашеты и бленда работает своим полным отверстием. Светозащитное устройство перемещается по штангам, укрепленным на откидном кронштейне, привинчиваемом к корпусу аппарата.

Для установки перед объективом масок и сеток в светозащитном устройстве имеется специальный паз, а так же фильтродержатель на два светофильтра, один из которых может поворачиваться. При применении индивидуальных круглых бленд светофильтры крепятся непосредственно на объективе.

6. Киносъемочный аппарат СК-1

Киносъемочный аппарат СК-1 (рис. 76) предназначен для проведения синхронных съемок в павильонах киностудий и на натуре в экспедиционных условиях при постановке художественных

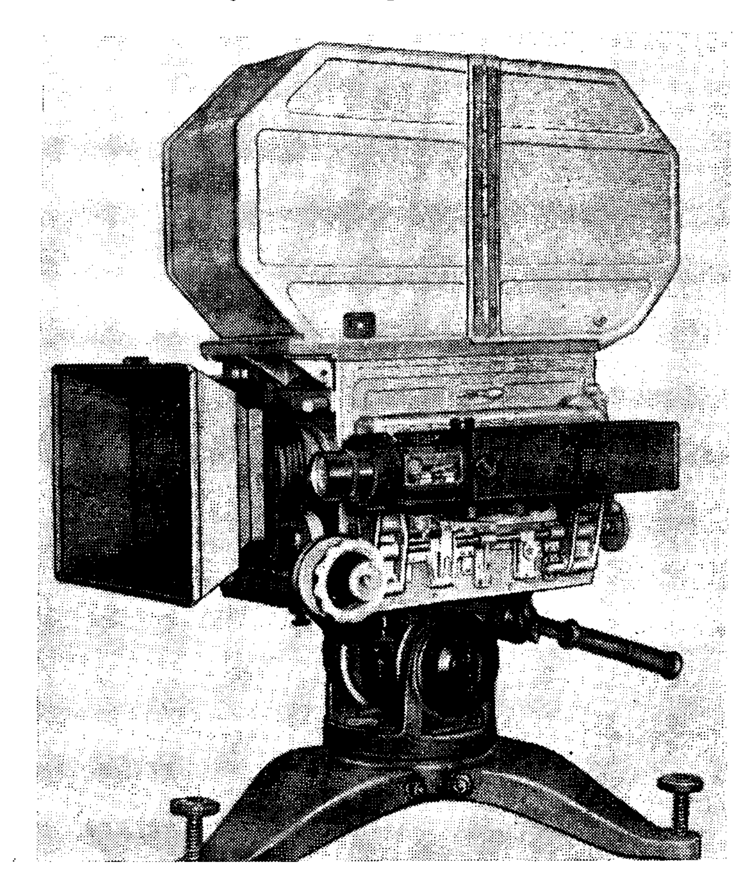


Рис. 76. Киносъемочный аппарат СК-1

фильмов, снимаемых на 35-*мм* пленке в обычном или широкоэкранном вариантах. Аппарат не имеет зеркального обтюратора и в настоящее время промышленностью не выпускается, но еще находит широкое применение на многих киностудиях и в ряде других организаций.

Основные технические показатели киносъемочного аппарата СК-1 приведены в табл. 14.

Таблица 14

Основные технические показатели киносъемочного аппарата СК-1

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×22 *мм*
Частота съемки	24 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Обычный—дисковый
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 175°
Тип грейфера	Двухсторонний четырехзубый—по 2 зуба с каждой стороны
Контргрейфер	Подвижный двухзубый
Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Двойные емкостью 300 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	Не предусмотрена
Механизм наплыва	Полуавтоматический
Тип привода	Синхронный электродвигатель
Система визирования	Приставной оптический визир и лупа сквозной наводки
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	22, 28, 35, 40, 50 и 80 *мм*
Тип светозащитного устройства	Прямоугольной формы—полужесткое
Способ крепления на штативе	Винтом 3/8″
Размеры: длина	700 *мм*
Размеры: высота	590 *мм*
Размеры: ширина	540 *мм*
Вес	Около 70 *кг*

Механизм аппарата

Транспортирование кинопленки в аппарате производится по однопоточной схеме. С целью максимального снижения уровня шума все основные элементы механизма собраны во внутреннем корпусе аппарата, который, в свою очередь, помещен во второй наружный корпус, являющийся звукозаглушающим боксом. Приставные наружные кассеты и электродвигатель, находящиеся вне общего наружного корпуса, боксированы самостоятельно. Для улучшения звукоизоляции все боксирующие элементы аппарата заполнены специальным материалом, эффективно поглощающим звук. Уменьшение передачи вибраций работающего механизма достигается соединением внутреннего корпуса с наружным через

специальные амортизационные прокладки. Применение указанных мер, а также использование малошумной конструкции грейферного механизма, червячных и винтовых передач, изготовляемых с применением специально подобранных материалов, и повышенной точностью обработки, позволило ограничить уровень шума работающего аппарата величиной 28—30 *дб* на расстоянии 1 *м* от передней стенки аппарата без применения дополнительного защитного стекла перед съемочным объективом.

Полученная величина уровня шума может быть признана удовлетворительной для большинства случаев синхронных съемок,

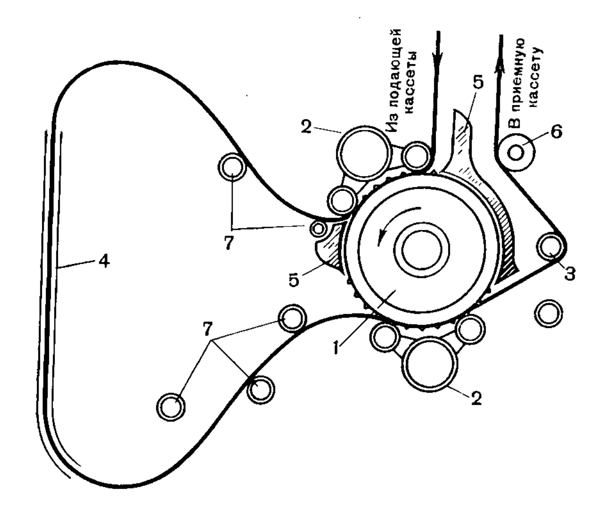


Рис. 77. Схема прохождения пленки в аппарате СК-1:
1 — зубчатый барабан, *2* — прижимные каретки, *3* — блокировочный ролик, *4* —фильмовый канал, *5* — пленкосниматели, *6* — направляющий ролик, *7* — ограничивающие ролики

однако, даже при незначительных неисправностях механизма или при использовании пленки с повышенной усадкой, уровень шума резко возрастает.

Равномерное транспортирование пленки в аппарате СК-1 обеспечивается 32-зубым комбинированным барабаном, делающим при частоте съемки 24 *кадр/сек* 180 *об/мин*. Пленка заходит на барабан дважды — после выхода из подающей кассеты и после фильмового канала. В обоих случаях зацепление перфораций пленки с зубьями барабана обеспечивается прижимными каретками. Зубчатый барабан, вытягивая пленку из подающей части кассеты и ограничивая ее поступление в приемную, сохраняет постоянство установленного при зарядке размера свободных петель до и после фильмового канала, чем обеспечивается нормальная работа грейферного механизма.

На рис. 77 приведена схема прохождения пленки в аппарате. У комбинированного зубчатого барабана после каждой из двух прижимных кареток по ходу пленки находится пленкосниматель, исключающий возможность случайной намотки ее на барабан при неисправности. Ролик электрической блокировки на подпружиненном рычаге, связанном с выключателем цепи питания приводного электродвигателя, позволяет автоматически остановить механизм аппарата при обрыве или окончании пленки, а также в случае ненормальной работы фрикционного наматывателя в кассете. Вспомогательные направляющие и ограничивающие ролики обеспечивают правильное положение пленки на пути движения и устраняют возможность ее соприкосновения с неподвижными элементами конструкции.

Грейферный механизм

В аппарате применен малошумный грейферный механизм кривошипно-кулисного типа с контргрейфером. Грейфер ведет пленку четырьмя зубьями, которые входят по два с каждой стороны в 3 и 4 перфорации ниже кадрового окна. Точная фиксация положения пленки во время экспонирования достигается двухзубым двухсторонним контргрейфером, входящим в первые перфорации под кадровым окном. Один зуб контргрейфера заполняет отверстие по высоте и ширине, а второй только по высоте.

Конструкция грейферного механизма и фильмового канала обеспечивает возможность транспортирования пленки как в прямом, так и в обратном направлении. В обоих случаях сохраняется постоянство положения изображения с точностью не менее 0,01 *мм* в вертикальном и горизонтальном направлениях при съемке на пленке с усадкой, не превышающей 0,2%.

Движение грейфера и контргрейфера согласовано таким образом, что зубья одного из них всегда находятся в перфорациях пленки, чем исключается возможность ее случайного смещения, повреждения перфорационных перемычек или изменения установленного размера свободных петель. Для зарядки пленки в фильмовый канал зубья контргрейфера выводятся из него специальной ручкой в нерабочее положение, а грейфер устанавливается в положение обратного хода соответствующим поворотом механизма аппарата.

Грейферный механизм и фильмовый канал выполнены в виде общего блока, что обеспечивает строгое постоянство взаимного положения отдельных элементов и позволяет легко вынимать из аппарата весь узел для осмотра, чистки и регулировки, а также для замены передней рамки фильмового канала при переходе на съемку широкоэкранных фильмов.

Фильмовый канал прямолинеен в верхней и средней части и изогнут по форме траектории зубьев грейфера в нижней. Для

удобства чистки и замены передняя рамка сделана съемной и строго фиксируется при помощи специальных запоров.

В аппарате применен обычный дисковый обтюратор с переменным углом открытия, величина которого изменяется от 0 до 175°. При ручном управлении величина угла открытия обтюратора может устанавливаться или изменяться как до начала съемки при выключенном аппарате, так и во время работы. Для выполнения наплывов используется полуавтоматическое устройство плавного изменения величины угла обтюратора. Такое изменение может производиться от полного открытия (или от любого установленного предварительно значения) до полного закрытия, и наоборот. Пользоваться механизмом полуавтоматического наплыва можно только на прямом ходу аппарата.

Во всех случаях изменение величины угла открытия обтюратора осуществляется за счет относительного перемещения двух его секторов, один из которых неподвижно закреплен на главном валу механизма, а второй — на оси, проходящей внутри вала. Нужная величина угла устанавливается по шкале, помещенной на задней стенке корпуса аппарата. Кроме шкалы для наглядного наблюдения и контроля за изменением угла во время работы имеется модель обтюратора, выполненная в уменьшенном масштабе, сектора которой, видимые в окне, перемещаются синфазно с рабочими лопастями.

Кинематическая схема и привод аппарата

Как видно из кинематической схемы аппарата (рис. 78), приводной электродвигатель через встроенный в него понижающий редуктор с передаточным отношением 24 : 25 при помощи соединительной муфты сочленяется с грейферным валом и приводит его в движение со скоростью 1440 *об/мин*, что соответствует частоте съемки 24 *кадр/сек*. С вала грейфера при помощи пары винтовых шестерен с передаточным отношением 1 : 1 движение передается обтюраторному валу, делающему то же количество оборотов. Ось комбинированного 32-зубого барабана, транспортирующего пленку, получает движение от обтюраторного вала через пару шестерен с передаточным отношением 1 : 8 и делает 180 *об/мин*.

На оси барабана фрикционно посажен шкив ременного привода наматывателя пленки в приемной кассете. От обтюраторного вала через три отдельные передаточные пары приводятся два счетчика — один, учитывающий только метраж пропущенной пленки, а второй — количество метров и кадров. Оба счетчика имеют шкалы до 999 *м*, а шкала кадров, рассчитанная до 52, используется при выполнении наплывов.

Для прокрутки механизма при зарядке на свободном конце оси электродвигателя находится шестерня, соединяющаяся со второй, сидящей на оси рукоятки (не показана на схеме). Для

привода механизма аппарата используется синхронно-реактивный электродвигатель трехфазного переменного тока типа 1М-49, рассчитанный на напряжение 220 *в* и развивающий мощность

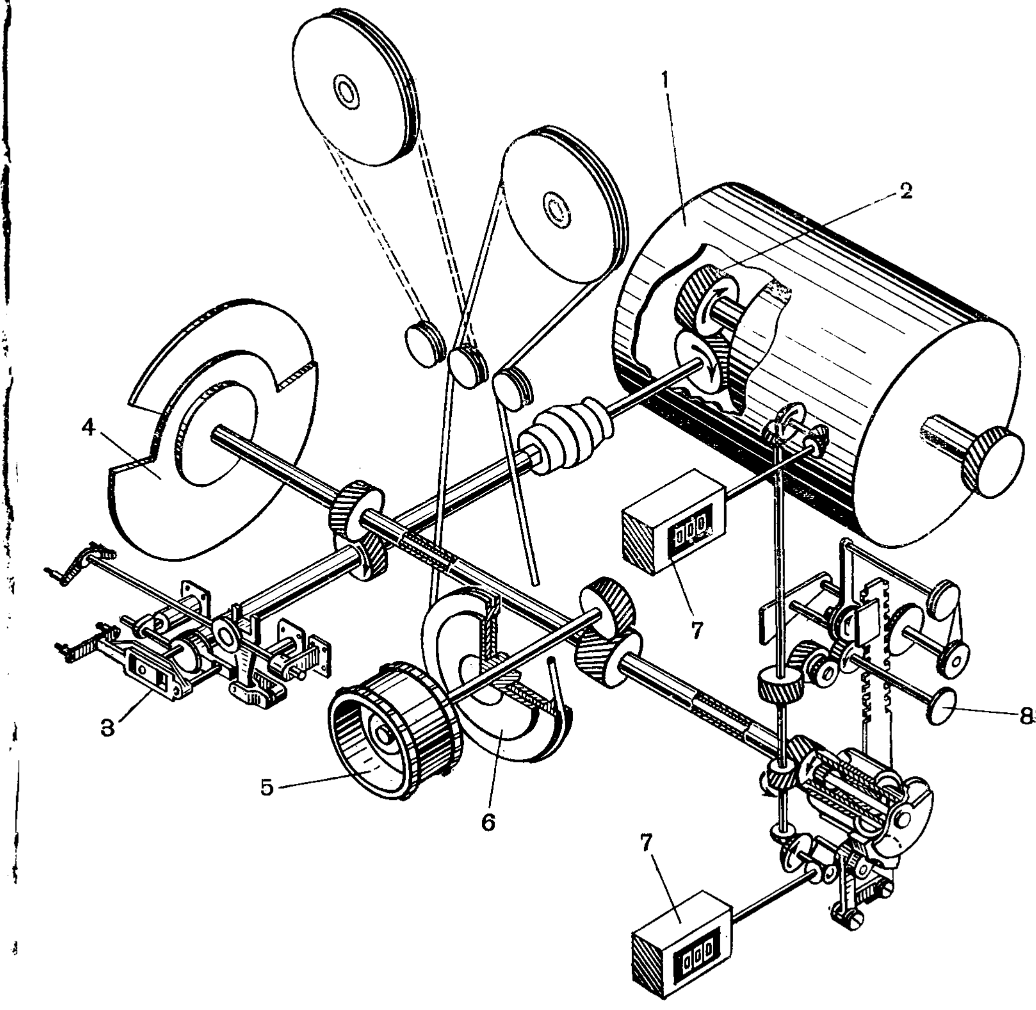


Рис. 78. Кинематическая схема аппарата СК-1:

1 — электродвигатель, *2* — редуктор, *3* — грейферный механизм, *4* — обтюратор, *5* — зубчатый барабан, *6* — шкив, *7* — счетчики, *8* — механизм наплыва и изменения угла открытия обтюратора

100 *вт* на валу. Система электрической и механической блокировки не позволяет включать электродвигатель при неправильном выполнении подготовительных операций. Двигатель не включается, если: контргрейфер выведен из рабочего положения, не закры-

ты обе прижимные каретки у зубчатого барабана, фильмовый канал переведен в положение наблюдения по матовому стеклу, натяжение пленки на участке между барабаном и приемной кассетой недостаточно, крышка аппарата не закрыта.

Нормальная работа аппарата при низкой окружающей температуре обеспечивается специальным электрическим нагревателем, поддерживающим необходимую температуру внутри корпуса. В цепи нагревателя находится термореле, выключающее подогреватель при повышении температуры до 35—40° С. Второе термореле, отрегулированное на 15° С, помещено в цепи сигнальной лампы, включающейся при понижении температуры в аппарате ниже предела, гарантирующего нормальную работу механизма. Вся цепь электрического подогревателя и сигнализации вводится в действие специальным выключателем и при работе в летнее время или в помещениях не используется.

Кассеты

В аппарате применяются двойные кассеты емкостью 300 *м* кинопленки. Подающие и приемные отделения кассет светоизолированы друг от друга и имеют самостоятельные завинчивающиеся крышки. Светозащитный лабиринт, через который пленка выходит из кассеты и входит в нее, состоит из трех вращающихся роликов, оклеенных бархатом. Два из них — на подпружиненных подшипниках — прижимаются к третьему с небольшим постоянным давлением, чем обеспечивается свободный проход пленки при отсутствии зазора.

На ось подающей части кассеты рулон пленки устанавливается без предварительной перемотки на стандартном пленочном сердечнике диаметром 50 *мм*. В приемной части для удобства снятия экспонированной пленки применена разжимная бобина, диаметр которой может быть несколько уменьшен, после чего она легко вынимается. На концах осей, выходящих на обратную наружную сторону кассеты, находятся жестко закрепленные шкивы. На шкив приемной части надевается пассик привода наматывателя, а на шкив подающей — тормозной неподвижный ремень, натягиваемый пружинами и предохраняющий от произвольного разматывания пленки. При съемке с обратным направлением движения пленки пассик и тормозной ремешок меняются местами. На корпусе аппарата кассета закрепляется винтом и закрывается звукоизолирующим боксом.

Объективы и система визирования

В комплект аппарата входят шесть киносъемочных объективов в индивидуальных переходных оправах байонетного типа:

ОКС1-22 с фокусным расстоянием 22 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-28 с фокусным расстоянием 28 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-35 с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-40 с фокусным расстоянием 40 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,5;

ОКС1-50 с фокусным расстоянием 50 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-80 с фокусным расстоянием 80 *мм* и относительным отверстием 1 : 2.

Для съемки широкоэкранных фильмов могут использоваться анаморфотные объективы с фокусными расстояниями 35, 40, 50 и 80 *мм* в виде блоков или насадок, выпускаемые в переходных оправах для этого аппарата.

Каждый из объективов устанавливается в гнездо объективодержателя в определенном положении, закрепляется в нем и сочленяется с механизмом фокусирования. При фокусировании объектив перемещается в переходной оправе, одновременно поворачиваясь вокруг оптической оси. Управление наводкой на резкость может производиться с помощью любой из трех рукояток механизма фокусирования.

Шкалы дистанций, индивидуальные для каждого объектива и рассчитанные на наводку от 1 *м* до ∞ для всех фокусных расстояний, нанесены непосредственно на переходных оправах. Шкалы диафрагм также помещены на оправах, и установка нужной величины относительного отверстия производится специальным кольцом.

Наводка на резкость может производиться как по дистанционным шкалам, так и визуально — по изображению, видимому в лупу на матовом стекле.

Для фокусирования по матовому стеклу механизм аппарата смещается в сторону на специальных направляющих таким образом, что в плоскость, соответствующую положению пленки, устанавливается матированная поверхность коллективной линзы.

На рис. 79 приведена оптическая схема лупы и приставного оптического визира в положении, соответствующем съемке. Лупа, благодаря наличию оборачивающей системы, дает прямое изображение с 4,5$^{\times}$ увеличением. Для повышения точности наводки увеличение лупы может быть повышено до 9$^{\times}$, путем перемещения ее объектива, но при этом, соответственно, сокращается поле зрения и видна только центральная часть кадра. Снижение яркости изображения в лупе при избытке света может быть обеспечено введением нейтрально-серого или оранжевого светофильтров. Регулировка лупы по глазу в пределах ±6 диоптрий обеспечивается путем перемещения окуляра.

Так как лупой можно пользоваться только до начала съемки, то наблюдение за композиционным построением кадра во время

съемки производится при помощи приставного оптического визира, укрепленного на наружной боковой стенке аппарата. Параллактическая ошибка в горизонтальном направлении, возникающая вследствие смещения оси визира относительно оптической

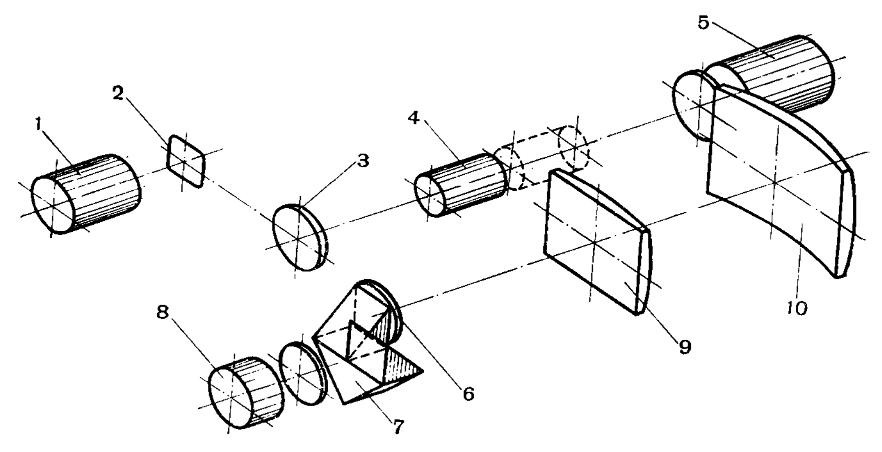


Рис. 79. Оптическая схема лупы и приставного визира аппарата СК-1:
1 — съемочный объектив, *2* — кадровое окно, *3* — коллективная линза с матированной поверхностью, *4* — объектив лупы, *5* — окуляр лупы, *6* — объектив визира, *7* — оборачивающая система, *8* — насадка, *9* — матированная линза, *10* — окуляр визира

оси съемочного объектива, автоматически исправляется для дистанции наводки поворотом визира. Механизмы устранения параллакса и фокусирования объектива визира связаны с системой наводки на резкость съемочных объективов аппарата и действуют одновременно с ней. Полное поле изображения в визире соответствует объективу с фокусным расстоянием 35 *мм*. Для уменьшения поля, соответственно углам зрения объективов с бо́льшими фокусными расстояниями, площадь изображения в визире ограничивается передвижными горизонтальными и вертикальными кашетами, перемещаемыми вручную специальной рукояткой. При использовании съемочных объективов с фокусными расстояниями короче 35 *мм* на визир устанавливается дополнительная оптическая насадка, увеличивающая угол зрения.

Светозащитные устройства

Предохранение объективов от попадания постороннего света во время съемки достигается использованием сменных светозащитных устройств. Одно из них — жесткого типа — применяется с объективами, имеющими фокусные расстояния от 18 до 35 *мм*, второе — полужесткое — с объективами от 40 до 100 *мм*.

Оба светозащитных устройства имеют держатели для прямоугольных светофильтров размером 130 × 130 *мм*. Конструкция фильтродержателей позволяет ставить одновременно один, два или три светофильтра. Различного рода кашеты, маски и сетки вставляются в специальные пазы. Светозащитные устройства крепятся к передней стенке аппарата и могут перемещаться по специальным штангам, занимая положения, соответствующие объективам различных фокусных расстояний.

7. Киносъемочный аппарат «Родина» (модель 3-КСХм)

«Родина»— наиболее распространенный тип аппарата для так называемых н е м ы х съемок. Он применяется при производстве обычных и широкоэкранных художественных, документальных и научно-популярных фильмов, снимаемых на 35-*мм* кинопленке. Кроме того, благодаря надежности в работе, удобству визирования и точности стояния кадра он находит широкое применение при различных исследованиях и испытаниях, когда киносъемка используется как метод фиксации тех или других процессов.

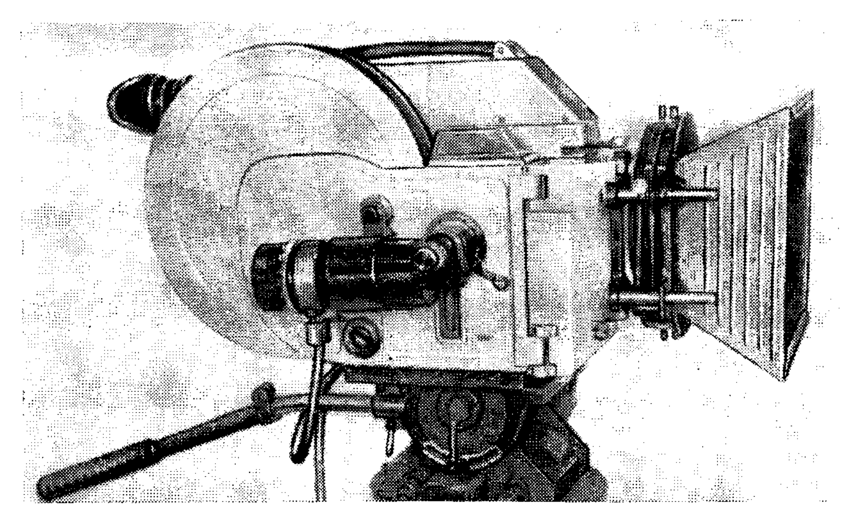


Рис. 80. Аппарат «Родина» с кассетами емкостью 300 *м*

Выпускаемая в настоящее время модель 3-КСХм была создана в результате многократных усовершенствований первоначальной конструкции этого аппарата, разработанной В. Д. Константиновым. Многолетний опыт завода «Москинап» по изготовлению этих аппаратов и киностудий по их эксплуатации был тщательно собран и учтен при создании последней модели. Аппарат в настоя-

щем его виде сохраняет основные принципы, заложенные в первоначальную конструкцию, и вместе с тем он значительно усовершенствован в части расширения съемочных возможностей и повышения надежности работы механизма за счет улучшения конструкции отдельных элементов и технологии их изготовления.

Широкий ассортимент объективов различных фокусных расстояний для съемки обычных и широкоэкранных фильмов, беспараллаксное визирование с зеркальным обтюратором и возможность повышения частоты съемки до 48 *кадр/сек* делают аппарат «Родина» удобным для многих видов съемки.

Таблица 15

Основные технические показатели киносъемочного аппарата «Родина» (модель 3-КСХм)

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×22 *мм*
Частота съемки	От 8 до 48 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Зеркальный — однолопастный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	0°—160°
Тип грейфера	Двухсторонний — двухзубый
Контргрейфер	Подвижной
Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Одинарные 120 и 300 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	При ручном приводе или применении специального электродвигателя
Механизм наплыва	Автоматический
Тип привода	Электродвигатель — ручной привод
Система визирования	Через рабочий объектив с применением зеркального обтюратора
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	22, 28, 35, 50, 75 и 100 *мм*
Тип светозащитного устройства	Приставное — полужесткого типа с раздвижным мехом
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8''$
Размеры: длина	705 *мм*
Размеры: высота	290 *мм*
Размеры: ширина	260 *мм*
Вес	17,4 *кг*

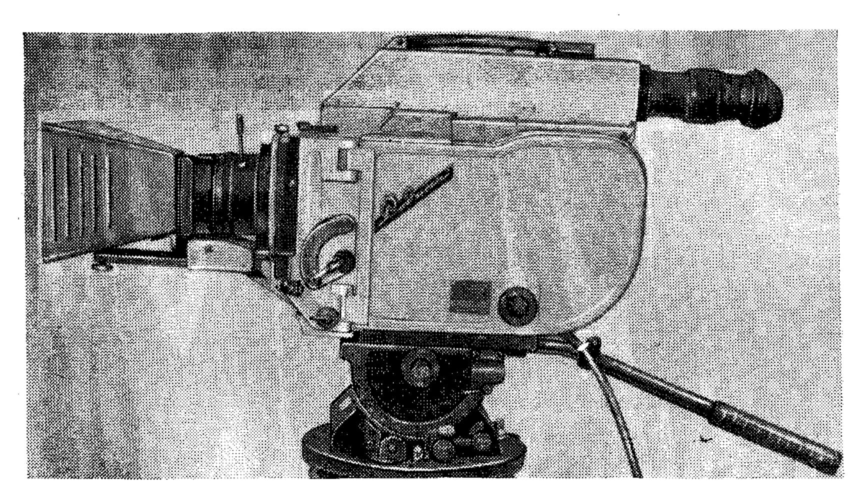


Рис. 81. Аппарат «Родина» с анаморфотной насадкой и кассетами на 120 *м*

Лентопротяжный механизм

На рис. 80 показан аппарат с 300-*м* кассетами, а на рис. 81 — с кассетами на 120 *м* и анаморфотной насадкой для съемки широкоэкранных фильмов.

В табл. 15 приведены основные технические показатели киносъемочного аппарата «Родина» (модель 3-КСХм).

Стремление сократить размеры аппарата, сохранив при этом возможность применения кассет емкостью в 120 и 300 *м*, обусловило выбор системы движения пленки в трех плоскостях. Такая схема уже применялась ранее в аппаратах фирм «Дебри» и «Аскания». В «Родине» она получила дальнейшее развитие и была улучшена введением дополнительных зубчатых барабанов (рис. 82). Увеличение количества зубчатых барабанов несколько усложнило зарядку аппарата, но обеспечило благоприятные условия прохождения пленки в фильмовом канале, устранив боковые перекашивающие усилия.

Прерывистое продвижение пленки осуществляет грейферный механизм кривошипно-шатунного типа с подвижным контргрейфером. Зубья грейфера входят в первую пару перфораций ниже кадрового окна.

Особенностью аппарата является также изогнутый в нижней части фильмовый канал, благодаря чему путь пленки совпадает с траекторией движения зубьев грейфера и уменьшается так называемый эффект п и л е н и я, т. е. поперечное перемещение зубьев грейфера в перфорациях пленки. Небольшое искривление канала

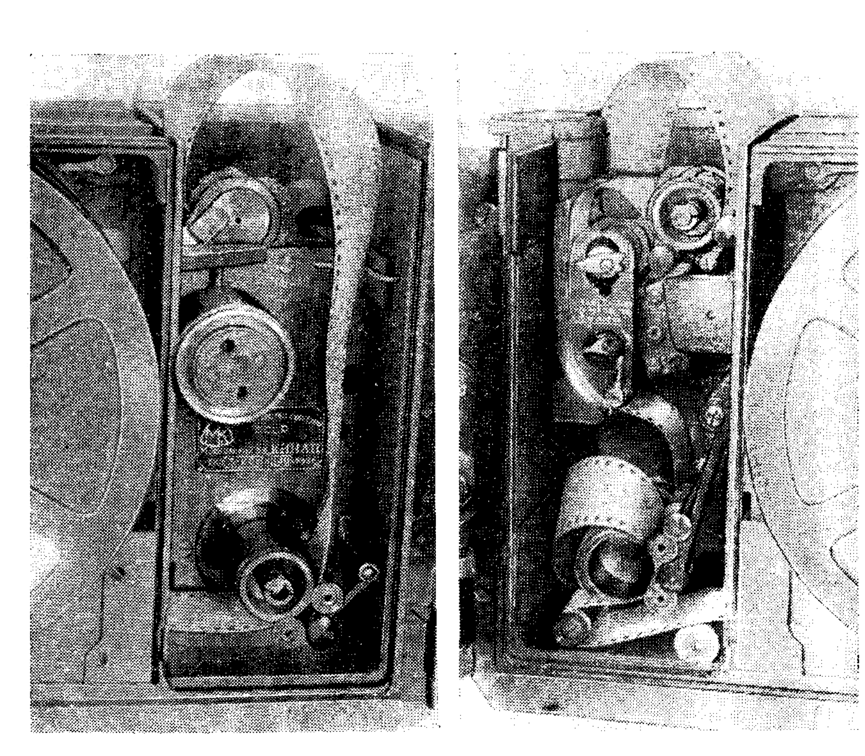


Рис. 82. Ход пленки в аппарате «Родина»:
слева — выход пленки из подающей кассеты и переход в плоскость фильмового канала; справа — выход пленки из фильмового канала и переход в приемную кассету

в верхней части в сочетании с нижним изгибом позволило отказаться от пружинного прижима пленки к передней рамке, что обычно делается для обеспечения плоскостности ее положения в кадровом окне, и заменить его действием естественной упругости пленочной петли. При этом достигается уверенный и постоянный прижим в зоне кадрового окна, и вместе с тем пленка свободно, без лишнего трения, проходит через фильмовый канал, имеющий значительный зазор.

Фиксация положения пленки в кадровом окне в момент экспонирования обеспечивается двухсторонним двухзубым подвижным контргрейфером, входящим в третью пару перфораций ниже кадрового окна с эмульсионной стороны. Контргрейфер расположен в середине хода грейфера, что уменьшает влияние усадки пленки на точность положения изображения. Грейферный и обтюраторный механизмы, а также фильмовый канал и два ограничивающих зубчатых барабана собраны как один узел на общем плато, что обеспечивает постоянство их взаимного положения. В аппарате могут применяться 120 и 300-*м* кассеты. Первые, являющиеся основными, не выходят за габариты корпуса камеры. При установке

300-*м* кассет ось фрикциона переставляется во второе дополнительное гнездо, а кассеты выходят за пределы корпуса. Блокировка обеспечивает автоматическое выключение аппарата при окончании, обрыве пленки или неисправности наматывателя.

Механизм и привод аппарата

Как видно из схемы рис. 83, в аппарате применяется специальная кулиса (плоский рычаг) для передачи вращательного движения некоторым валам и зубчатым барабанам при помощи эксцентри-

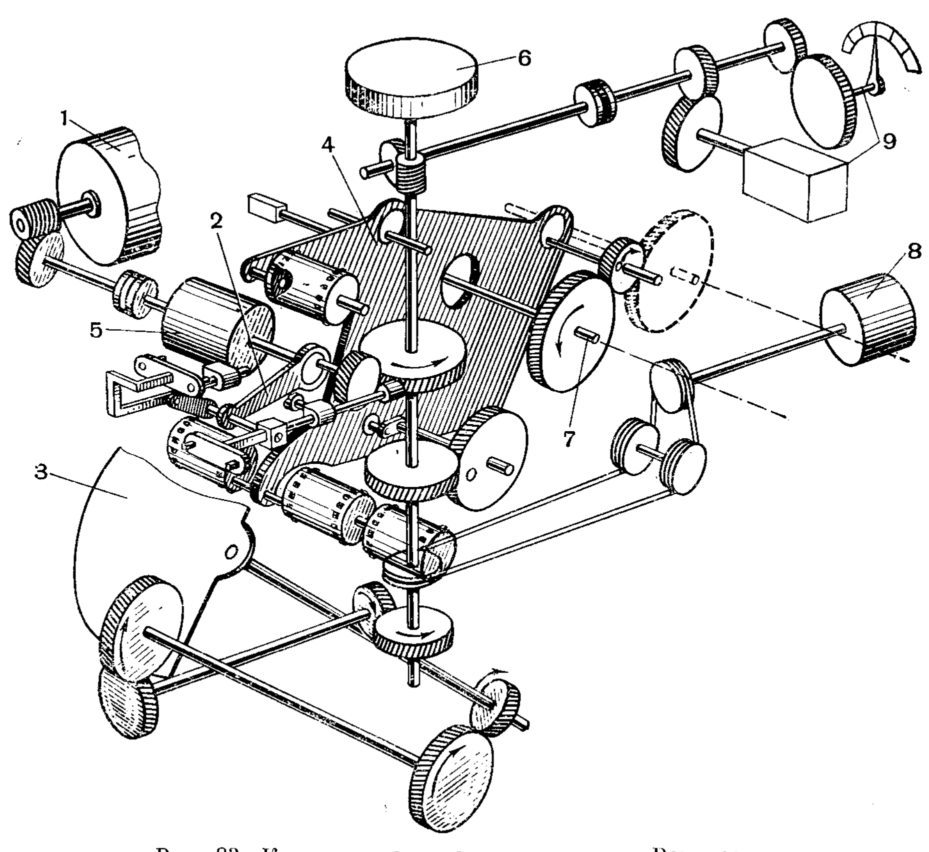


Рис. 83. Кинематическая схема аппарата «Родина»:
1 — электродвигатель, *2* —грейферный механизм, *3* — зеркальный обтюратор, *4* — кулиса, *5* — маховик на оси грейферного механизма, *6* — маховик на вертикальном валу, *7* — ось фрикциона кассеты, *8* — тахометр, *9* — счетчики

ковой системы. Такое конструктивное решение позволило сократить количество зубчатых передач в аппарате. Общая эксцентриковая кулиса обеспечивает вращение параллельных валов зубчатых барабанов и фрикциона для намотки пленки в кассетах.

Привод аппарата производится электродвигателем постоянного тока типа 25М-7 мощностью 50 *вт* на валу при напряжении 12 *в*. На двигателе смонтирован редуктор, понижающий число оборотов, реостат и переключатель направления. Частота съемки может плавно изменяться от покадровой до 48 *кадр/сек*. Выходной вал редуктора электродвигателя непосредственно соединяется с валом грейферного механизма, один полный оборот которого соответствует съемке одного кадра.

В аппарате предусмотрена также возможность съемки с применением ручного привода. Для этой цели ручка соединяется с валом фрикциона или грейферного механизма. В первом случае одному обороту соответствует съемка 8 кадров, во втором — одного кадра.

Кроме основного электродвигателя постоянного тока для аппарата «Родина» выпускаются несколько типов специализированных электродвигателей.

Электродвигатель 1М-41 синхронно-реактивного типа мощностью 30 *вт* на валу, рассчитанный на питание от сети переменного тока или преобразователя напряжением 220 *в*. Применяется при синхронных съемках с записью черновой фонограммы.

Электродвигатель 24М-5 синхронно-реактивного типа мощностью 15 *вт* на валу, рассчитанный на питание от сети переменного тока напряжением 220 *в*. Двигатель снабжен двухступенчатым редуктором и муфтой сцепления, что обеспечивает получение скоростей — 1 оборот в секунду и 1 оборот в 4 секунды. Применяется для покадровых съемок.

Электродвигатель постоянного тока 26М-3 мощностью 12 *вт* на валу при напряжении питания 12 *в*. Предназначен, как и двигатель типа 24М-5, для покадровых съемок, но применяется в случае отсутствия сети переменного тока и позволяет получить две скорости: 1 оборот за 0,4 *сек* и 1 оборот за 4 *сек*.

Электродвигатель постоянного тока 26М-4 мощностью 35 *вт* на валу, рассчитанный на питание от аккумуляторной батареи напряжением 12 *в*. Снабжен специальным устройством для синхронизации со звукозаписывающим аппаратом и применяется при синхронных съемках, когда съемочный и звукозаписывающий аппараты питаются от автономных источников постоянного тока, а синхронизация обеспечивается по методу записи управляющего сигнала (пилот-тона).

Киносъемочные объективы и система визирования

Аппарат комплектуется объективами типа ОКС с фокусными расстояниями 22, 28, 35, 50, 75 и 100 *мм* в индивидуальных переходных оправах. Конструкция оправ обеспечивает быструю замену объективов и автоматическое закрепление их в гнезде аппарата.

Выдвижение объективов при наводке производится рукояткой на правой стороне аппарата или поводком — на левой, а диафрагмирование — поводком на правой стороне. Шкала дистанций и значений относительных отверстий для объективов различного фокусного расстояния нанесена на поворачивающихся призмах, вдоль которых перемещаются левый и правый поводки. Объектив с фокусным расстоянием 22 *мм* фокусируется на дистанции от 0,5 *м* до бесконечности, объективы 28, 35 и 50 *мм* — от 1 *м*, объектив 75 *мм*—от 1,75 *м* и объектив 100 *мм*— от 2 *м* до бесконечности.

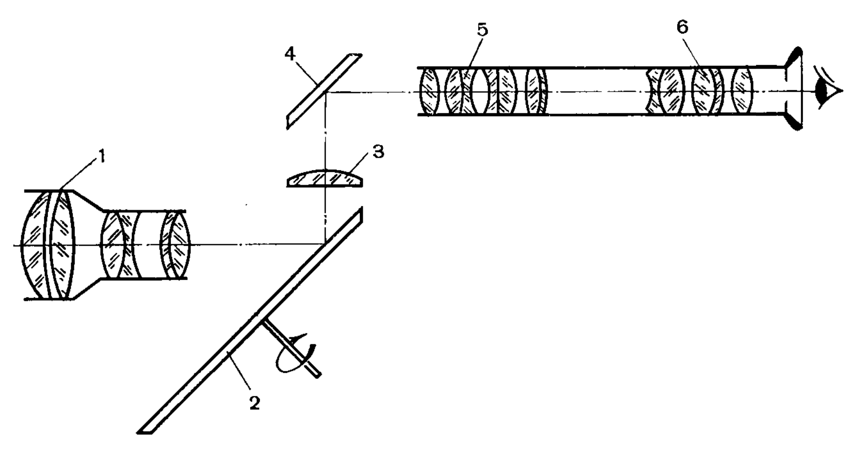


Рис. 84. Оптическая схема аппарата «Родина»:
1 — съемочный объектив, *2* — зеркальный обтюратор, *3* — коллективная линза *4* — зеркало, *5* — объектив лупы, *6* — окуляр лупы

Кроме перечисленных объективов, входящих в основной комплект, в аппарате «Родина» могут применяться дополнительные — с фокусными расстояниями 18 и 135 *мм*, а для крупномасштабных съемок с расстояний от 0,3 *м* — объективы с фокусными расстояниями 75 или 80 *мм* в телескопических оправах. Для съемки широкоэкранных фильмов выпускаются специальные анаморфотные насадки с объективами 50 и 75 *мм*.

Применение зеркального обтюратора позволяет производить визирование и контролировать резкость как в период репетиций, так и во время съемки. Видимое в визире изображение строится съемочным объективом без параллакса (рис. 84). Зеркальный обтюратор имеет переменный, от 0 до 160°, угол открытия, изменяемый вручную или автоматически. Фиксированные значения угла открытия обтюратора установлены через каждые 20°.

В системе визира применена лупа с увеличением 5,5× и диоптрийной поправкой ±5Д для индивидуальной регулировки по глазу. При съемке широкоэкранных фильмов обычная лупа заменяется на дезанаморфирующую, что дает возможность видеть

неискаженное изображение с правильным соотношением сторон кадра. Эта лупа также имеет диоптрийную поправку.

Для защиты объективов от попадания постороннего света аппарат снабжен светозащитным устройством с раздвижным мехом и фильтродержателем для установки одновременно двух светофильтров размером 75 × 75 и 75 × 120 *мм*. Каждый из светофильтров может поворачиваться на 360°. Стойка фильтродержателя и передняя рамка меха перемещаются по штангам и закрепляются в любом положении. Для удобства смены объективов светозащитное устройство поворачивается на петлях.

8. Киносъемочный аппарат 1-КСК

Аппарат 1-КСК предназначен для съемок с повышенной частотой и может использоваться при постановке обычных и широкоэкранных фильмов (рис. 85). Он также успешно применяется для различного рода комбинированных съемок, благодаря наличию грейферного механизма с контргрейфером, обеспечивающим высокую точность положения изображения и возможность одновременного транспортирования двух пленок при прямом и обратном ходе.

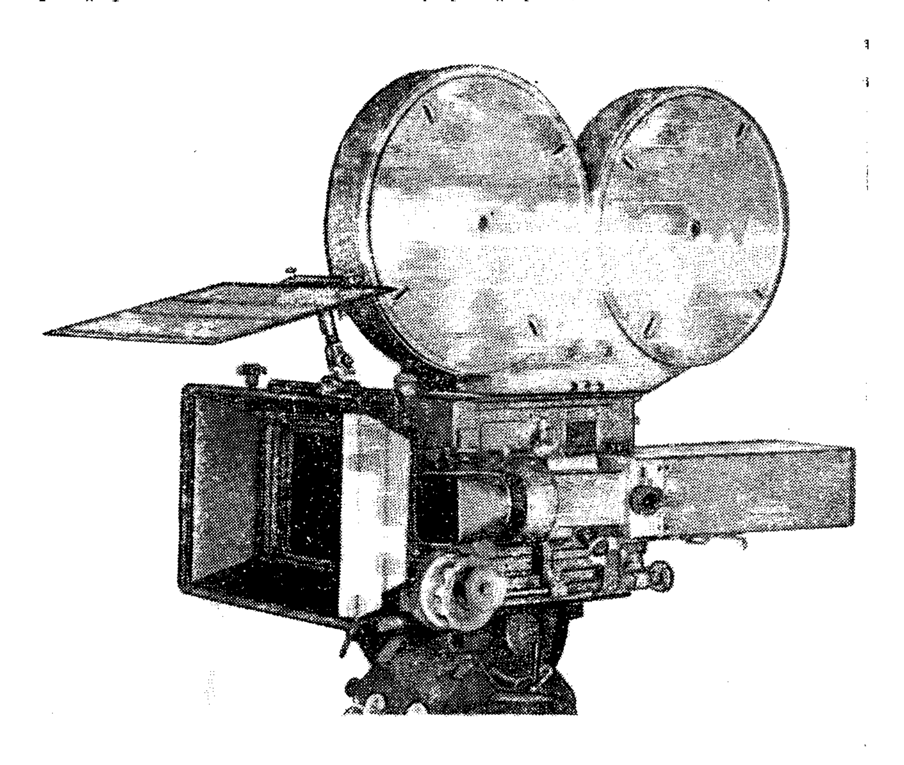


Рис. 85. Киносъемочный аппарат 1-КСК

Основные технические показатели киносъемочного аппарата 1-КСК приведены в табл. 16.

Таблица 16

Основные технические показатели киносъемочного аппарата 1-КСК

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×22 *мм*
Частота съемки	До 120 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Дисковый—обычный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 170°
Тип грейфера	Двухсторонний — четырехзубый (по 2 зуба с каждой стороны)
Контргрейфер	Подвижной двухзубый
Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Двойные—300 *м* Счетверенные—120 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	Имеется при установке покадрового двигателя
Механизм наплыва	Автоматический
Тип привода	Электродвигатель постоянного тока 24 *в*
Система визирования	Приставной оптический визир и лупа сквозной наводки
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	18, 22, 28, 35, 40, 50 и 80 *мм*
Тип светозащитного устройства	Приставное—жесткого типа прямоугольной формы
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8$″
Размеры: длина	675 *мм*
Размеры: высота	485 *мм*
Размеры: ширина	320 *мм*
Вес	30 *кг*

Механизм аппарата

Лентопротяжный механизм выполнен по схеме одноплоскостного транспортирования пленки. Как видно из рис. 86, 32-зубый комбинированный барабан вытягивает пленку из подающей кассеты и ограничивает ее поступление в приемную, сохраняя посто-

янный размер петли в зоне фильмового канала. Необходимое зацепление перфораций с зубьями барабана обеспечивается двумя прижимными каретками. При частоте съемки 24 *кадр/сек* зубчатый барабан делает 180 *об/мин*, а при предельной частоте 120 кадров количество его оборотов достигает 900.

После второй по ходу прижимной каретки у зубчатого барабана установлены пленкосниматель и ролик блокировки на подпружиненном рычаге. При окончании, обрыве или ослаблении натяжения пленки между зубчатым барабаном и наматывателем приемной кассеты этот ролик перемещается пружиной в крайнее положение и выключает цепь питания приводного электродвигателя.

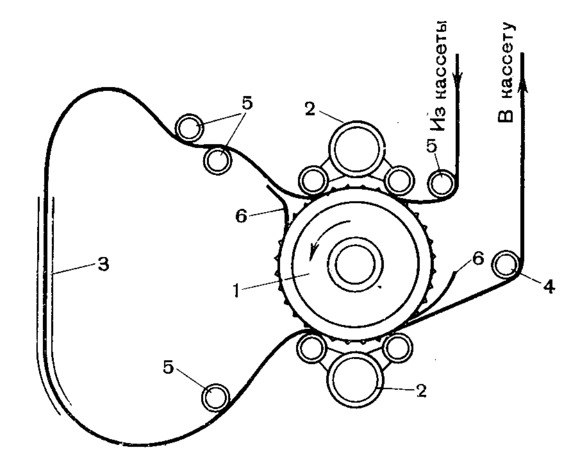


Рис. 86. Схема хода пленки в аппарате 1-КСК:
1 — зубчатый барабан, *2* — прижимные каретки, *3* — фильмовый канал, *4* — блокировочный ролик, *5* — направляющие ролики, *6* — пленкосниматели

Необходимая частота съемки в пределах от 24 до 120 *кадр/сек* устанавливается изменением количества оборотов приводного электродвигателя постоянного тока и контролируется по тахометру. При покадровой съемке используется специальный электродвигатель со сложной коробкой скоростей, позволяющей устанавливать нужный темп непрерывной съемки или съемку по одному кадру с заданной и строго фиксированной длительностью экспозиций.

Весь лентопротяжный тракт собран в прямоугольном корпусе, который установлен на угольнике, несущем объективодержатель и механизм фокусирования объективов. Корпус аппарата перемещается относительно угольника, а следовательно, относительно съемочного объектива по специальным направляющим в виде «ласточкиного хвоста» и фиксируется в крайних положениях (рис. 87). Одно из них соответствует съемке, а второе — наводке

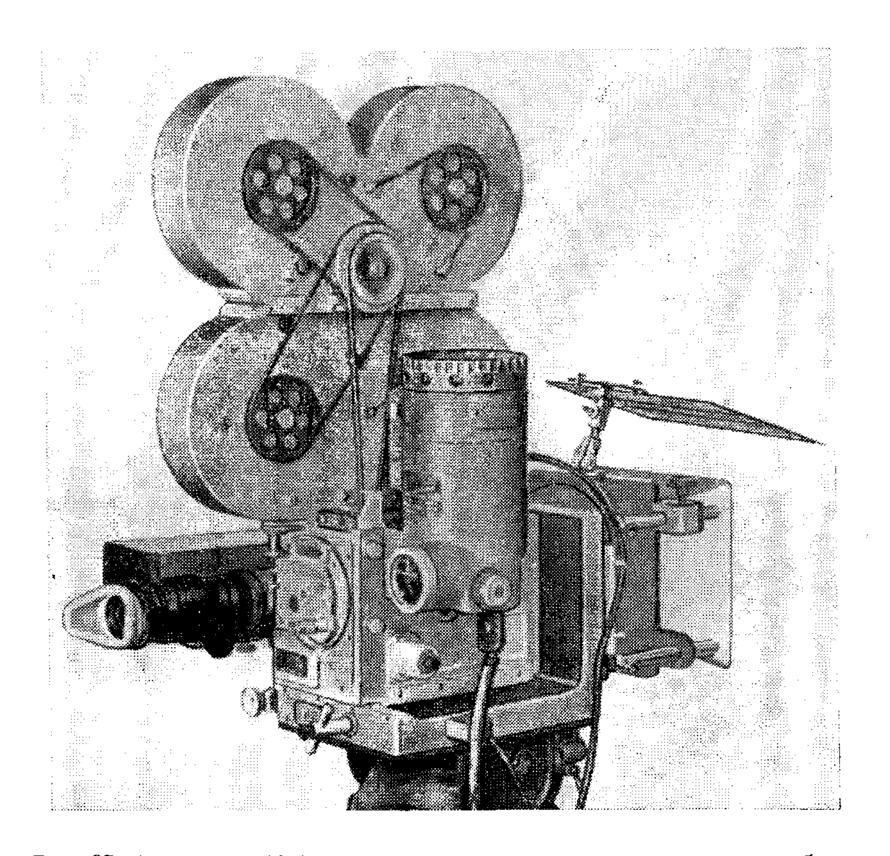


Рис. 87. Аппарат 1-КСК перемещается относительно угольника с объективодержателем и светозащитным устройством

или визированию по матовому стеклу. В первом случае в фокальной плоскости объектива находится пленка, во втором — матовое стекло. Такая система позволяет производить наводку на резкость и точно устанавливать положение изображения в кадре, что имеет большое значение при комбинированных съемках.

Грейферный механизм

Прерывистое транспортирование пленки и фиксация ее положения в фильмовом канале во время экспонирования осуществляется грейферным механизмом кулачкового типа с подвижным контргрейфером. Грейфер ведет пленку за третью и четвертую пару перфораций ниже кадрового окна четырьмя зубьями, расположенными по два с каждой стороны, чем сокращается нагрузка на межперфорационные промежутки, достигающая значительной величины

при повышенной частоте съемки. Двухзубый контргрейфер фиксирует положение пленки, входя в первую пару перфораций ниже кадрового окна.

Работа грейфера и контргрейфера согласована так, что в перфорациях пленки все время находятся зубья одного из них, чем исключается возможность случайного смещения. При зарядке аппарата контргрейфер выводится из фильмового канала прокруткой механизма, а грейфер отводится в сторону вместе с плато, на котором собран грейферный механизм. Конструкция грейфера и фильмового канала позволяет производить съемку при прямом и обратном направлениях движения пленки. В обоих случаях постоянство положения изображения обеспечивается с точностью не менее 0,01 *мм* в вертикальном и горизонтальном направлениях, при использовании пленки с усадкой не более 0,02%.

Следует обратить внимание на то, что усадка пленки сказывается особенно сильно при повышении частоты съемки. Для периодической чистки передняя рамка фильмового канала сделана съемной и легко вынимается при повороте двух замков. Грейферный механизм собран вместе с фильмовым каналом и крепится к аппарату четырьмя винтами. В этом узле помещены также призма и линза, входящие в систему лупы сквозной наводки.

Обтюратор

В аппарате применен обычный дисковый обтюратор с переменным (от 0 до 170°) углом открытия. Установка нужного значения угла может производиться вручную как до начала съемки, так и во время работы аппарата при прямом и обратном ходе. Плавное изменение величины угла для выполнения наплыва осуществляется автоматически специальным механизмом. Автомат имеет трехпозиционную коробку скоростей и позволяет выполнять полное закрытие или открытие обтюратора на протяжении 0,6; 1,2 или 2,4 *м* пленки. После закрытия обтюратора аппарат автоматически выключается и останавливается. Система выключения действует только при съемке с частотой не более 24 *кадр/сек*. Автомат наплыва выполнен в виде отдельного приставного узла, крепящегося винтами на задней стенке аппарата, и работает только при прямом ходе.

Изменение угла открытия обтюратора достигается за счет относительного перемещения двух секторов, один из которых жестко закреплен на полом валу, а второй — на проходящей внутри оси. Наружный вал и ось обычно вращаются с одинаковой скоростью, а при изменении угла открытия обтюратора смещаются относительно друг друга. Установка нужной величины угла открытия производится ручкой по специальной шкале на задней стенке аппарата.

Кинематическая схема и привод аппарата

Как видно из кинематической схемы аппарата (рис. 88), приводной электродвигатель *1* соединяется через разъем с поперечным валом *2*, от которого через три отдельные передаточные пары приводятся в движение — ось *3* зубчатого транспортирующего барабана с отношением 1 : 8, ось *4* наматывателя кассет с отношением

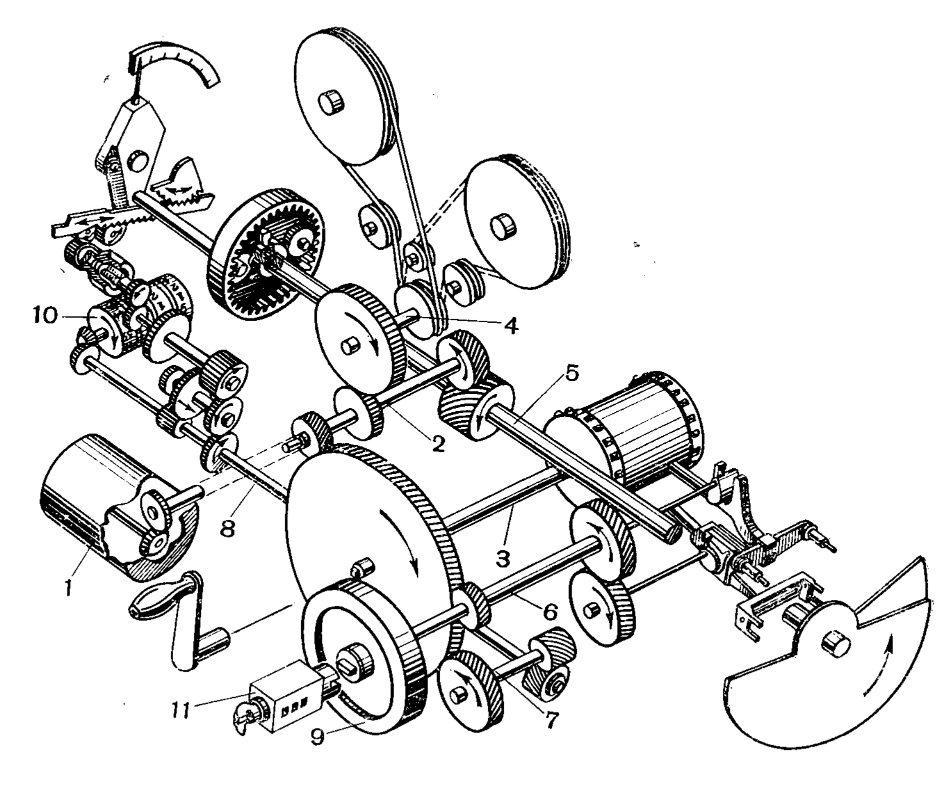


Рис. 88. Кинематическая схема аппарата 1-КСК

26 : 50 и вал обтюратора *5* с отношением 1 : 1. От оси зубчатого барабана через передаточную пару с отношением 8 : 1 осуществляется вращение вала *6* контргрейфера, от которого через передачу 1 : 1 вращение передается кулачку грейфера.

Для обеспечения равномерности работы механизма на валу контргрейфера закреплен маховик *9*. От оси зубчатого барабана также осуществляется вращение промежуточного вала *7*, от которого движение передается валу *8* коробки скоростей механизма угла открытия обтюратора и счетчику *10* количества снятой пленки.

Дополнительный приставной счетчик кадров *11*, используемый при покадровой съемке, соединяется непосредственно с валом контргрейфера.

Прокрутка механизма при зарядке производится ручкой, надеваемой на ось зубчатого барабана, один оборот которой соответствует продвижению пленки на 8 кадров.

В качестве основного привода в аппарате 1-КСК использован электродвигатель постоянного тока типа 25М-10, рассчитанный на питание от аккумуляторной батареи напряжением 24 *в* и развивающий на валу мощность до 200 *вт*. Установление заданной частоты съемки в пределах от 24 до 132 *кадр/сек* достигается изменением количества оборотов ротора электродвигателя при помощи шунтового реостата. Во избежание поломки механизма аппарат не должен сразу включаться на скорость более 24 *кадр/сек*, для чего в пусковом устройстве предусмотрена блокировка, исключающая возможность подачи напряжения на электродвигатель, если реостат не находится в начальном положении. Пуск аппарата производится на минимальной скорости, после чего постепенно увеличивается количество оборотов до получения нужной частоты съемки. На разгон аппарата и установление необходимой частоты съемки расходуется до 5 *м* пленки. Система блокировки выключает электродвигатель при окончании, обрыве или ослаблении натяжения пленки на участке между зубчатым барабаном и приемной кассетой.

Нормальная работа механизма аппарата при низкой температуре окружающей среды обеспечивается применением электроподогревателя, помещенного внутри корпуса. Две сигнальные лампы, соединенные с цепью электропитания при помощи термореле, отмечают минимальную температуру, при которой должна быть включена система подогрева, и максимальную, при которой она должна быть выключена.

Когда аппарат используется для различного рода покадровых съемок, вместо электродвигателя 25М-10 устанавливается специальный покадровый двигатель, позволяющий производить съемку с несколькими фиксированными значениями продолжительности экспозиции.

Кассеты

Аппарат комплектуется двумя типами кассет, используемых в зависимости от характера съемки. Для работы на одной пленке применяются двойные 300-*м* кассеты. При использовании двух пленок — 120-*м* счетверенные кассеты.

Оба типа кассет имеют светоизолированные подающие и приемные отделения, закрывающиеся отдельными завинчивающимися на резьбе крышками. Световой лабиринт в устье 300-*м* кассеты состоит из трех вращающихся роликов, оклеенных бархатом.

Два из них вращаются на подпружиненных подшипниках, прижимаясь с небольшим давлением к третьему. Устья кассет емкостью 120 *м* имеют световые замки шторного типа, автоматически закрывающиеся при снятии с аппарата.

Пленка заряжается в оба типа кассет на стандартных сердечниках без перемотки. В приемных отделениях кассет для удобства разрядки применены специальные разжимные бобины. Наматыватели кассет обоих типов приводятся в движение ременными пассиками. В 300-*м* кассетах пассик соединяет шкив на оси наматывателя со шкивом механизма аппарата. В кассетах 4 × 120 *м* имеется промежуточный трехручейковый шкив, соединяемый одним ремнем со шкивом механизма и двумя другими — со шкивами наматывателей на осях двух приемных отделений. При съемке с обратным направлением движения пленки приводные ремни перебрасываются на соответствующие шкивы подающих отделений кассет.

Излишнее разматывание пленки в подающих частях 300-*м* кассет устраняется подтормаживанием осей подпружиненным рычагом, а у 120-*м* — тормозными пассиками. При изменении направления движения пленки одновременно с перекидкой приводных ремней должны быть соответственно переставлены и тормозные устройства.

С целью упрощения съемки различных проб, необходимых в процессе работы над теми или другими комбинированными кадрами, в комплект аппарата входят специальные одинарные кассеты на 20 *м* пленки. Они устанавливаются внутри любой из основных кассет непосредственно на приемную бобину. Такая конструкция позволяет оператору, зарядив обычным порядком аппарат для съемки с нужными ему рабочими кассетами, снять пробу и вынуть экспонированную пленку в дополнительной кассете, не разряжая аппарат, не смещая его с установленного положения и не снимая основную кассету.

Объективы и система визирования

В комплект аппарата входят шесть киносъемочных объективов в индивидуальных переходных оправах байонетного типа для съемок на формат кадра 16 × 22 *мм*:

ОКС1-18 с фокусным расстоянием 18 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-22 с фокусным расстоянием 22 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС1-35 с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-40 с фокусным расстоянием 40 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,5;

ОКС1-50 с фокусным расстоянием 50 *мм* и относительным отверстием 1 : 2;

ОКС1-80 с фокусным расстоянием 80 *мм* и относительным отверстием 1 : 2.

Для съемки широкоэкранных фильмов аппарат может комплектоваться анаморфотными объективами с фокусными расстояниями 35, 50 и 80 *мм*.

Каждый объектив устанавливается в гнездо объективодержателя и закрепляется в строго определенном положении, одновременно соединяясь с механизмом фокусирования. Наводка на резкость может производиться любой из двух ручек механизма фокусирования, одна из которых расположена слева внизу у задней стенки аппарата, а вторая — внизу на левой боковой стороне у передней части камеры.

Индивидуальные для каждого объектива шкалы дистанций нанесены непосредственно на переходных оправах. У каждой шкалы имеется два индекса — один соответствует наводке при съемке на одной пленке, а второй — на двух пленках.

Конструкция оправ объективов с фокусными расстояниями 18, 22 и 28 *мм* рассчитана на наводку от 1 *м* до ∞ и от 0,5 *м* до ∞ — у объективов с фокусными расстояниями 35, 40 и 50 *мм*. Объектив с фокусным расстоянием 80 *мм* имеет особую оправу телескопического типа, позволяющую производить съемку с расстояния от 1 *м* до ∞, используя общий механизм фокусирования, и от 0,3 до 1 *м*, производя наводку вручную за кольцо на самой оправе. Установка величины действующего отверстия производится кольцом управления диафрагмой непосредственно на каждом объективе. Шкалы диафрагм нанесены на оправах в величинах эффективных относительных отверстий.

Наводка на резкость может производиться по дистанционным шкалам с предварительным измерением расстояния до объекта и визуально по изображению на матовом стекле или пленке. Для фокусирования или наблюдения за композиционным построением кадра по матовому стеклу корпус аппарата смещается в сторону на специальных направляющих таким образом, что в плоскость, соответствующую положению пленки, устанавливается поверхность матового стекла. Сохранение постоянства длины пути света от плоскости изображения до объектива лупы при наводке по пленке и матовому стеклу достигается введением во втором случае дополнительной усеченной призмы *7*, в которую лучи направляются после отражения наружной зеркальной поверхностью диагональной грани прямоугольной призмы *4* (рис. 89). При наводке по пленке положение оптических элементов системы наблюдения соответствует схеме *А*. В этом случае плоское зеркало *8* выводится в нерабочее положение поворотом специальной ручки, а прямоугольная призма *4* оказывается второй по ходу лучей после призмы *6* и отражение в ней лучей происходит уже от внутренней поверхности диагональной грани, а не наружной. В обоих случаях рассматривание изображения производится через лупу *9* с увеличением 7$^{\times}$, рассчитанную на размер широкоэкранного кадра 18,7 × 23,8 *мм*. Дезанаморфирующего устройства лупа не

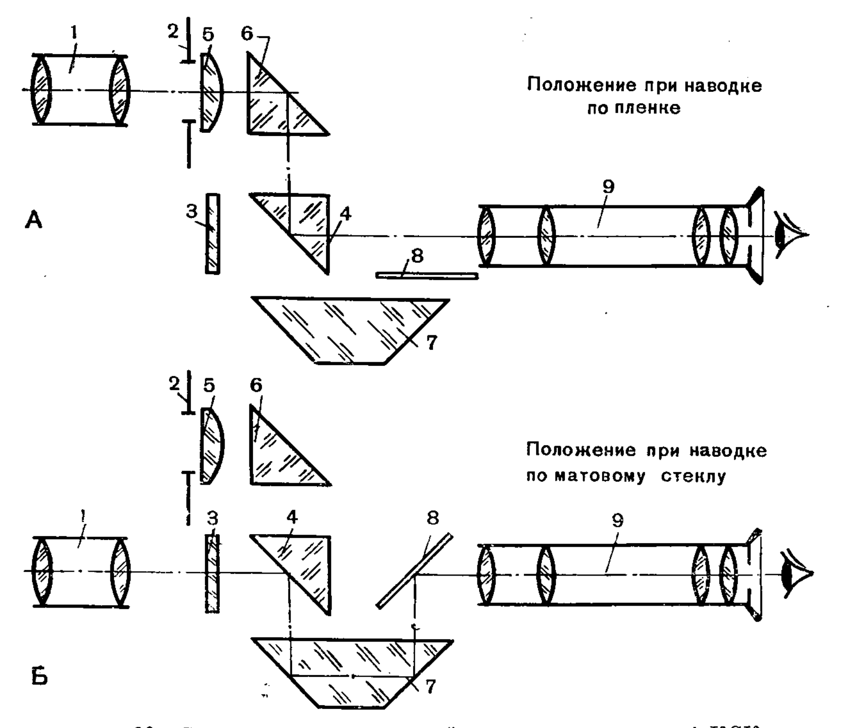


Рис. 89. Схема системы сквозной наводки аппарата 1-КСК:

1 — съемочный объектив, *2* — кадровое окно; *3* — матовое стекло, *4* — прямоугольная призма, *5* — коллективная линза, *6* — прямоугольная призма, *7* — призма, *8* — плоское зеркало; *9* — лупа

имеет. Окуляр допускает регулировку по глазу в пределах ±6Д и имеет устройство для введения нейтрально-серого или оранжевого светофильтров.

Наблюдение за построением кадра может производиться также при помощи приставного оптического визира, установленного на левой боковой стенке аппарата. Наводка на резкость объектива визира и исправления параллакса осуществляются автоматически при фокусировании съемочных объективов. Полное поле зрения визира соответствует кадру при съемочном объективе с фокусным расстоянием 35 *мм*. В случае использования более длиннофокусных объективов поле зрения визира ограничивается кашетами. Для работы с короткофокусными объективами на визир устанавливается оптическая насадка, расширяющая угол поля

зрения. При съемке широкоэкранных фильмов необходимое соотношение сторон изображения достигается соответствующим перемещением ограничивающих кашет.

Светозащитное устройство

В аппарате применено унифицированное светозащитное устройство с жесткой прямоугольной блендой и сменными рамками-кашетами. При объективах с фокусными расстояниями от 18 до 35 *мм* кашеты не применяются, бленда работает полным сечением, а ее положение для различных объективов устанавливается соответствующим перемещением по штангам. С объективами с фокусным расстоянием 40 и 50 *мм* используется кашета с бóльшим отверстием, а при объективах с фокусным расстоянием 80 и 100 *мм* — с меньшим. В случае применения объектива с фокусным расстоянием 80 *мм* в телескопической оправе штанги светозащитного устройства удлиняются. Для увеличения защитного действия бленды имеется дополнительная заслонка — солнечный зонт на подвижном шарнире. Светофильтры размером 130 × 130 *мм* устанавливаются в пазы светозащитного устройства в специальных держателях.

9. Киносъемочный аппарат ПСК-29

Киносъемочный аппарат ПСК-29 (рис. 90) предназначен для выполнения различного рода съемок на пленке шириной 35 *мм*, требующих повышенной точности постоянства положения изображения, и допускает работу с одной и двумя пленками. Сюда относятся: съемка фонов для рирпроекции и «блуждающей маски», вторые экспозиции и другие съемки, необходимые для получения комбинированных кадров. Кроме того, этот аппарат может быть использован для обычной киносъемки на классический и широко-

Таблица 17

Основные технические показатели киносъемочного аппарата ПСК-29

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×23,8 *мм*
Частота съемки	24 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Обычный — дисковый
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 170°
Тип грейфера	Двухсторонний — двухзубый
Контргрейфер	Неподвижный
Точность стояния кадра	0,007—0,008 *мм*
Тип кассет и их емкость	Одинарные и двойные—60 и 120 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	Имеется
Механизм наплыва	Отсутствует
Тип привода	Электродвигатели постоянного и переменного тока
Система визирования	Лупа сквозной наводки
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	28, 35, 50, 75 и 100 *мм*
Тип светозащитного устройства	Полужесткое — прямоугольной формы
Способ крепления на штативе	Винтом 3/8″
Размеры: длина	650 *мм*
Размеры: высота	400 *мм*
Размеры: ширина	250 *мм*
Вес	22 *кг*

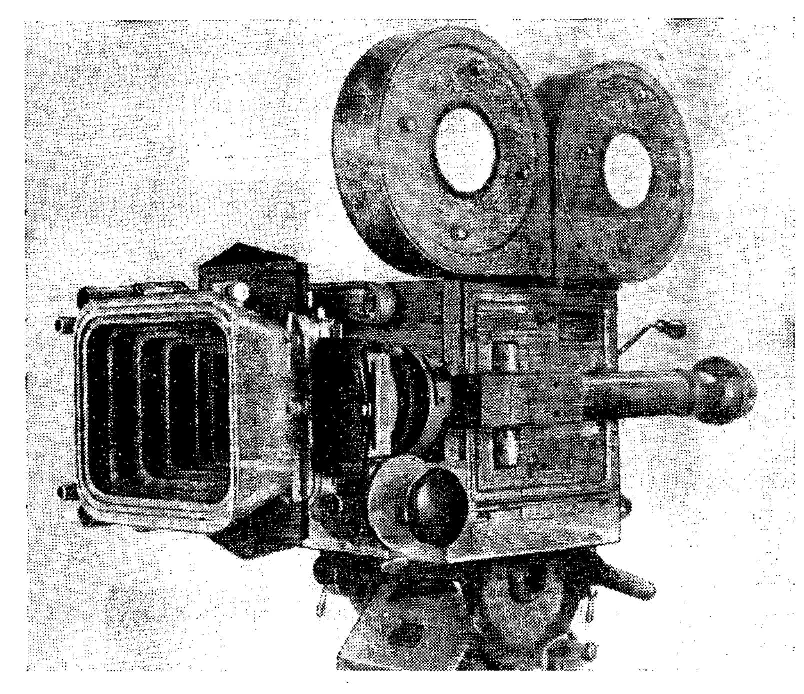


Рис. 90. Киносъемочный аппарат ПСК-29

экранный формат кадра, а также может устанавливаться на мультипликационных станках. В этом случае его необходимо приспособить для работы в вертикальном положении и применить специальный покадровый электропривод.

Основные технические показатели киносъемочного аппарата ПСК-29 приведены в табл. 17.

Механизм аппарата

Транспортирование пленки в аппарате осуществляется на всем пути в одной плоскости. Равномерное движение обеспечивается одним 32-зубым комбинированным барабаном, вытягивающим ее из подающей кассеты и ограничивающим поступление в приемную. Зацепление перфораций пленки с зубьями барабана достигается применением двух прижимных кареток.

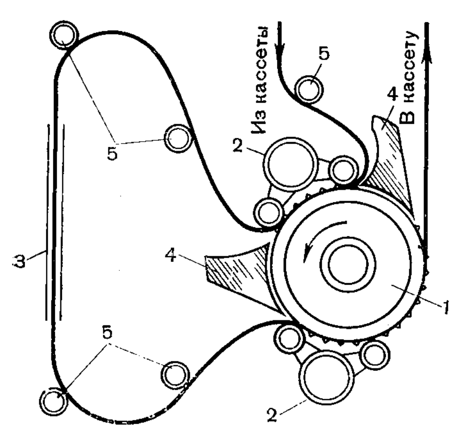


Рис. 91. Схема прохождения пленки в аппарате ПСК-29:

1 — зубчатый барабан, *2* — прижимные каретки, *3* — фильмовый канал, *4* — пленкосниматели, *5* — направляющие ролики

На рис. 91 приведена схема прохождения пленки. После прижимных кареток по ходу пленки установлены пленкосниматели, исключающие возможность случайного наматывания ее на зубья барабана при ослаблении натяжения или неправильном размере свободной петли перед фильмовым каналом. Несколько свободно вращающихся гладких роликов обеспечивают правильное положение пленки на участках между зубчатым барабаном и фильмовым каналом, а также после выхода из подающей кассеты. Штифты, эксцентрично посаженные на ручках прижимных кареток, не дают возможности закрыть дверцу аппарата при их неправильном положении относительно барабана и включить приводной электродвигатель.

Грейферный механизм

Прерывистое продвижение пленки в фильмовом канале обеспечивается грейферным механизмом кулачкового типа с прямолинейной направляющей, а фиксация ее положения в момент экспонирования — неподвижными штифтами контргрейфера. Зубья

грейфера совершают только возвратно-поступательное движение вверх и вниз, а пленка своими перфорациями надевается на них движением фильмового канала, который на период рабочего хода грейфера перемещается назад, а при обратном холостом ходе — вперед. Таким образом, пленка движением фильмового канала попеременно надевается своими перфорациями то на зубья грейфера, то на неподвижные штифты контргрейфера. Управление перемещением канала осуществляется при помощи криволинейного паза на специальной шайбе, сидящей на валу грейферного механизма. Такая конструкция канала позволяет обеспечить свободный проход пленки без трения во время продвижения и уверенный прижим к передней рамке с кадровым окном в период экспонирования. Грейферный механизм и фильмовый канал допускают съемку как при прямом, так и при обратном направлении движения пленки, обеспечивая в обоих случаях устойчивость изображения с точностью 0,007—0,008 *мм* в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Аппарат имеет две сменные рамки фильмового канала с кадровыми окнами размером 16 × 22 и 18,7 × 22 *мм* для съемки обычных и широкоэкранных фильмов. Весь узел грейферного механизма выполнен в виде самостоятельного съемного элемента, чем обеспечивается удобство чистки, регулировки и замены рамок.

Обтюратор

В аппарате применен обычный дисковый обтюратор с переменным углом открытия, величина которого может изменяться от 0 до 170°. Предварительная установка нужной величины угла производится по шкале вручную специальной рукояткой на задней стенке аппарата. Изменение угла во время съемки выполняется без автоматического управления при помощи той же ручки.

Кинематическая схема и привод аппарата

На рис. 92 приведена кинематическая схема аппарата. Главный вал механизма, с правым концом которого соединяется приводной электродвигатель (не показанный на схеме), служит одновременно валом грейфера и обтюратора. На нем помещен посаженный эксцентрично кулачок грейфера, сообщающий возвратно-поступательное движение вилке грейфера и шайбе со спиральным пазом, управляющей перемещением пульсирующего фильмового канала. На левом конце вала находится один из двух секторов обтюратора. Второй сектор закреплен на конце оси, проходящей внутри полого главного вала. Смещение этих секторов относительно друг друга изменяет рабочий угол обтюратора и осуществляется при помощи специального механизма. От главного вала через пару шестерен приводится в движение параллельный вспомогательный вал.

Через пару конических шестерен от вспомогательного вала приводится ось комбинированного зубчатого барабана, транспортирующего пленку, на которой фрикционно посажен шкив для ремня привода наматывателя приемной кассеты. На противоположный зубчатому барабану конец оси может надеваться приводная ручка,

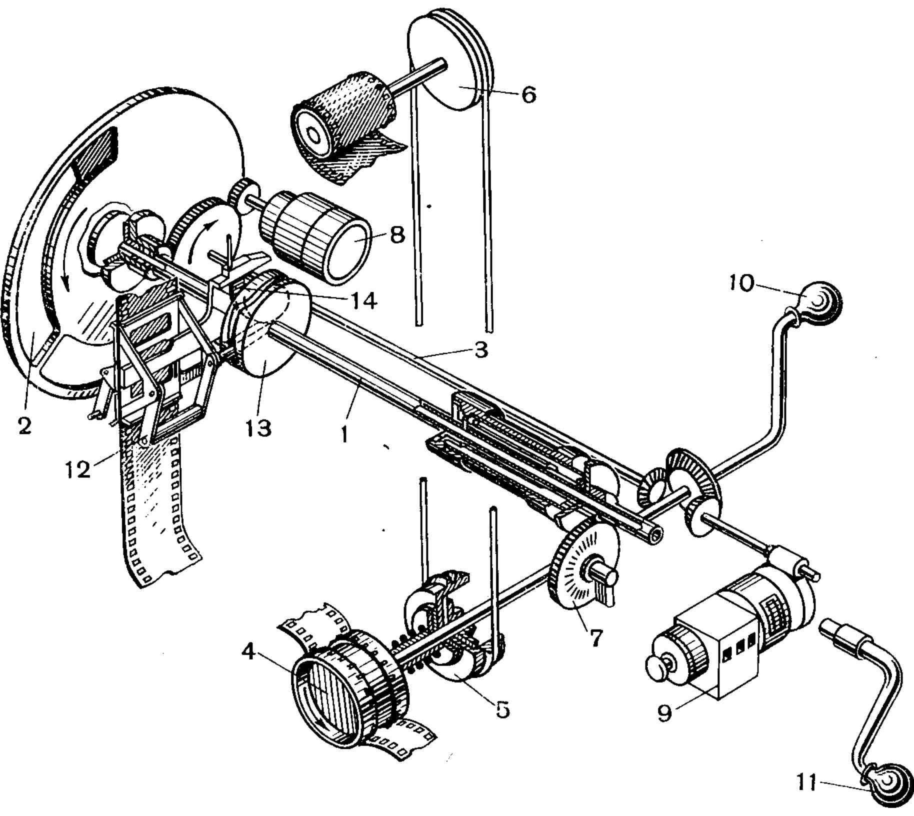


Рис. 92. Кинематическая схема аппарата ПСК-29:

1 — вал грейферного механизма, соединяемый с электродвигателем, *2* — обтюратор, *3* — параллельный вал, *4* — зубчатый барабан, *5* — шкив привода кассет, *6* — шкив на кассете, *7* — ручка установки угла обтюратора, *8* — тахометр, *9* — счетчик, *10* — ручной привод, *11* — ручка покадровой съемки, *12* — пульсирующий фильмовый канал, *13* — шайба с криволинейным пазом, *14* — вилка грейфера

один оборот которой соответствует съемке 8 кадров. Для покадровой съемки ручка надевается непосредственно на конец главного вала (вместо электродвигателя), и в этом случае одному обороту соответствует съемка одного кадра.

От промежуточного вала через пару шестерен осуществляется передача на тахометр, а через червячную пару на счетчик количества прошедшей через аппарат пленки.

В комплект аппарата входят два сменных приводных электродвигателя. Один — синхронный, рассчитанный на питание от трехфазной сети переменного тока напряжением 127/220 *в*, и второй — постоянного тока на напряжение 24 *в*. Синхронный двигатель снабжен редуктором с передаточным отношением 24 : 25 и обеспечивает съемку с частотой 24 *кадр/сек*. Двигатель постоянного тока позволяет, в известных пределах, изменять частоту съемки за счет регулировки количества оборотов ротора шунтовым реостатом.

Кроме того, с аппаратом ПСК-29 может использоваться специальный электродвигатель для мультипликационных и других съемок, требующих покадрового режима работы.

Кассеты

В аппарате могут применяться одинарные наружные кассеты емкостью 60 и 120 *м* пленки. Они полностью взаимозаменяемы, и любая из них может использоваться в качестве подающей или принимающей. Крышки кассет завинчиваются на резьбе и имеют сверху белые пластмассовые накладки для записи карандашом. Устья выполнены в виде светового лабиринта с вращающимися роликами, чем обеспечивается светонепроницаемость и свободный проход пленки.

При выполнении съемок с пропуском через аппарат одновременно двух пленок устанавливается специальная двойная кассета, а две одинарные — крепятся на ее верхней части через переходную площадку. Конструкция двойной кассеты обеспечивает свободный проход через нее пленки, выходящей из верхних кассет. Двойная кассета всегда служит для помещения уже обработанной пленки и имеет общую для подающего и приемного отделений крышку, открывающуюся на петлях при зарядке аппарата. На оси бобины каждой кассеты с наружной обратной стороны находится шкив привода наматывателя, соединяемый ремнем со шкивом на механизме аппарата. На двойной кассете, кроме того, имеется промежуточный распределительный шкив. При изменении направления движения пленок в аппарате приводные ремни должны быть переброшены на шкивы подающих кассет, которые в этом случае становятся приемными.

Объективы и система визирования

В комплект аппарата входят киносъемочные объективы типа «Ж» с фокусными расстояниями 28, 35, 50, 75 и 100 *мм*. Каждый объектив смонтирован в переходной оправе с байонетным замком для быстрой установки в гнезде объективодержателя на аппарате. Конструкция оправ обеспечивает фиксацию объективов в строго определенном положении и соединение механизма оправы с меха-

низмом фокусирования аппарата. Управление наводкой на резкость производится специальной ручкой, находящейся слева внизу у передней стенки аппарата. Фокусирование может производиться от 1 *м* до ∞ по единой для объективов всех фокусных расстояний шкале дистанций.

Визуальная наводка и наблюдение за композиционным построением кадра возможны как по изображению на пленке, так и на

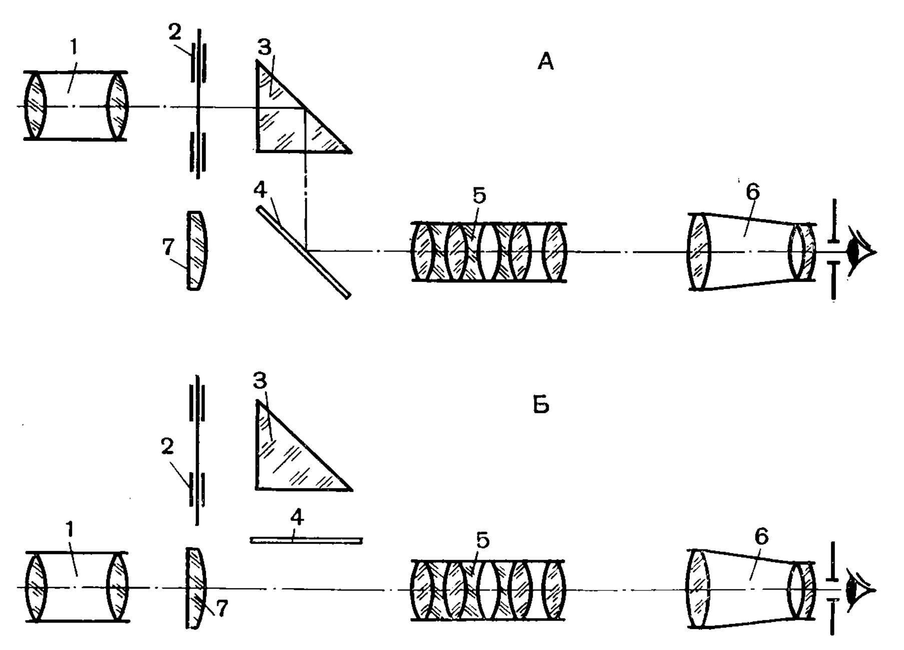


Рис. 93. Оптическая схема аппарата ПСК-29

матовом стекле. Для фокусирования по матовому стеклу весь корпус аппарата с механизмом и кассетами передвигается на специальных направляющих в сторону, смещаясь относительно передней стенки с объективодержателем таким образом, что на место кадрового окна фильмового канала за объективом в плоскости пленки устанавливается матированная поверхность коллективной линзы, визирующего устройства.

На рис. 93 приведена оптическая схема аппарата в двух положениях: *А* — для наводки по пленке, *Б* — по матовому стеклу. В первом случае изображение, построенное съемочным объективом *1* в кадровом окне фильмового канала *2*, рассматривается через пленку в лупу, состоящую из объектива *5* и окуляра *6*, через прямоугольную призму *3* и плоское зеркало *4*, изменяющие направление хода лучей. Во втором случае — изображение на

матированной поверхности коллективной линзы *7* рассматривается в ту же лупу, находящуюся на продолжении оптической оси съемочного объектива. Для компенсации изменения расстояния от плоскости изображения до лупы ее окулярная часть перемещается вперед до упора, а зеркало *4* выводится из хода лучей.

Во избежание случайной засветки пленки через визирующее устройство лупа снабжена автоматическим световым замком, срабатывающим при нажиме на наглазник. Регулировка лупы по глазу производится в пределах ±5Д перемещением окуляра, который после установки фиксируется стопорным винтом.

Светозащитное устройство

В аппарате применяется светозащитное устройство полужесткого типа прямоугольной формы с растягивающимся мехом, укрепленное на двух направляющих штангах, по которым оно перемещается соответственно размерам установленного съемочного объектива. На двух малых дополнительных штангах передвигается передняя жесткая рамка меха, чем достигается для объективов разного фокусного расстояния нужная степень его растяжения, обеспечивающая максимальную защиту.

В задней части светозащитного устройства размещены пазы трех держателей прямоугольных светофильтров. Для обеспечения быстрой смены объективов все светозащитное устройство откидывается на специальных шарнирах.

10. Киносъемочный аппарат ТКС-3

Киносъемочный аппарат типа ТКС-3 (рис. 94), разработанный в лаборатории киносъемочной техники НИКФИ под руководством В. И. Омелина, предназначен для выполнения комбинированных съемок по методу «блуждающая маска» на 35-*мм* цветной и черно-белой пленках. Для получения на двух отдельных пленках, проходящих одновременно в аппарате, изображения снимаемой сцены и маски к ней применяется разделение света на два спектральных участка: видимая часть спектра используется для освещения и построения изображения актеров и предметов переднего плана, а близкая инфракрасная часть — для освещения фона и создания изображения маски.

Принцип съемки по методу «блуждающая инфрамаска» заключается в том, что для получения различного рода комбинированных кадров при первой экспозиции снимаемая сцена освещается видимыми лучами спектра на фоне экрана, равномерно излучающего инфракрасный свет. При этом на первой негативной цветной или черно-белой пленке фиксируется только изображение актеров и предметов, освещенных видимым светом, а на второй, чувстви-

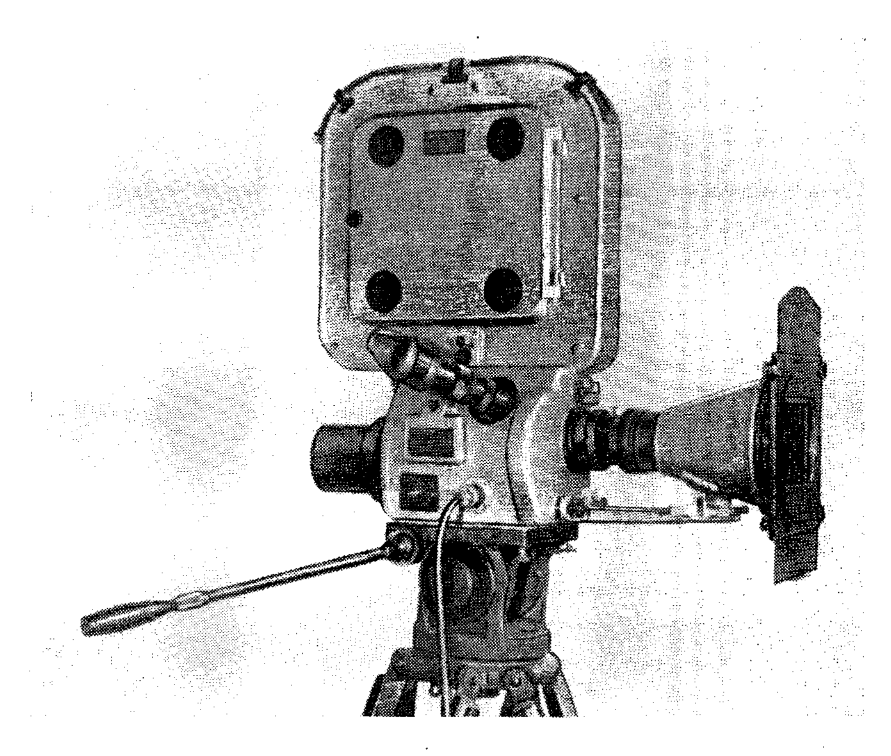


Рис. 94. Киносъемочный аппарат ТКС-3

тельной к инфракрасным лучам, только изображение фона, видимого с точки зрения объектива киносъемочного аппарата, на участках не перекрываемых предметами, находящимися перед ним. После съемки первая пленка, на которой находится скрытое изображение снятой сцены, не проявляется. Вторая пленка обрабатывается по методу обращения, и на ней получается силуэтное изображение снятой сцены. При съемке второй экспозиции через аппарат проходят одновременно те же две пленки; на первую пленку производится съемка или впечатывание фонового изображения, при этом силуэтное изображение на второй пленке служит маской, защищающей от действия света те участки, на которых находится изображение ранее снятой сцены.

Для получения технически совершенного комбинированного кадра обращенное изображение маски, представляющее собой силуэт первоначально снятой сцены, должно точно соответствовать ей по своим размерам, форме и расположению на пленке. При этом плотность маски должна быть достаточной для полного предохранения непроявленного негативного изображения от дополнительного экспонирования при съемке второй экспозиции, когда

производится впечатывание фона. Для соблюдения указанных условий необходимо, чтобы оптические изображения на негативной и масочной пленках имели одинаковый масштаб, расположение и резкость. Только в этом случае можно рассчитывать, что после обработки масочной пленки полученное на ней силуэтное изображение будет точно совмещаться с негативным, при одновременном прохождении этих двух пленок в аппарате для съемки фона. Кроме перечисленных условий требуется обеспечение строгого сохранения постоянства взаимного расположения обеих пленок при первой и второй экспозициях для точного совмещения контуров изображения маски и негатива в каждом отдельном комбинированном кадре.

Как видно из краткого перечисления специфических требований, предъявляемых к аппарату для съемки первых экспозиций комбинированных кадров, снимаемых по методу «блуждающая маска», он должен удовлетворять ряду условий, с которыми мы не встречаемся в киносъемочных аппаратах другого назначения.

Оригинальной особенностью аппарата ТКС-3 является примененная в нем оптическая система, которая позволяет получать негативное и масочное изображение на двух пленках, проходящих в одном фильмовом канале, прижатых друг к другу, протягиваемых одним грейфером и фиксируемых в момент экспонирования общим контргрейфером.

На рис. 95 приведена принципиальная схема светоделительного блока аппарата, состоящая из двух одинаковых склеенных элементов *1* и *2*. На склеиваемую поверхность левой половины блока предварительно наносится кольцевой зеркальный растр, показанный схематически на рис. 96. Этот растр осуществляет деление светового потока, прошедшего через объектив съемочного аппарата, на две части, пропорционально соотношению площадей зеркальных колец и просветов между ними. Кольца обеспечивают полное отражение падающего на них света, а промежутки — полное его пропускание. В аппарате применено отношение зеркальной поверхности к прозрачной, обеспечивающее прохождение 60% общего светового потока, приходящего в плоскость растра. Изображение в видимой части спектра строится за счет лучей, прошедших без отражения в промежутках между кольцами растра, а масочное — в инфракрасных, за счет отраженной части светового потока. (В последних аппаратах этого типа вместо зеркального растра применяется сплошной интерференционный светоделительный слой, позволяющий без значительных потерь разделить световой поток на видимую и инфракрасную части и направить их, соответственно, для построения негативного и масочного изображений. Применение интерференционных покрытий позволяет существенно увеличить яркость обоих изображений при сохранении той же освещенности объекта съемки и яркости инфраэкрана.)

Как видно из схемы светоделительного блока, длина пути световых лучей до плоскости пленки одинакова для части, отраженной зеркальной поверхностью растра и прошедшей без отражения в промежутках между его кольцами. Размеры и форма светоделительного блока позволяют поместить между его выходными призмами фильмовый канал съемочного аппарата с двумя пленками — негативной и масочной, которые проходят в нем, соприкасаясь между собой сторонами основы. Визуальное наблюдение за построением кадра и резкостью осуществляется через лупу, при помощи которой рассматривается изображение, построенное съемочным объективом непосредственно на эмульсионной поверхности негативной пленки (правой на схеме блока) в видимых лучах. В лупу попадают лучи, диффузно отраженные поверхностью пленки и прошедшие внутри правой половины светоделительного блока путь, обратный лучам от объектива к пленке. Для увеличения яркости видимого в лупу изображения на участке склеенной поверхности блока, смещенном в сторону от кольцевого растра, нанесен сплошной зеркальный слой, который и отражает лучи, идущие от пленки в объектив лупы (рис. 96).

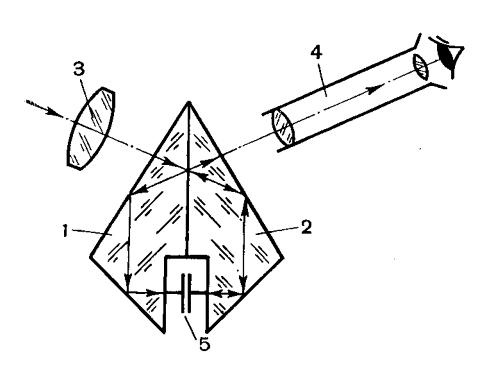


Рис. 95. Принципиальная схема светоделительного устройства аппарата ТКС-3:
1—первый элемент светоделительного блока, *2*—второй элемент светоделительного блока, *3*—съемочный объектив, *4*—лупа, *5*—пленки, проходящие в фильмовом канале

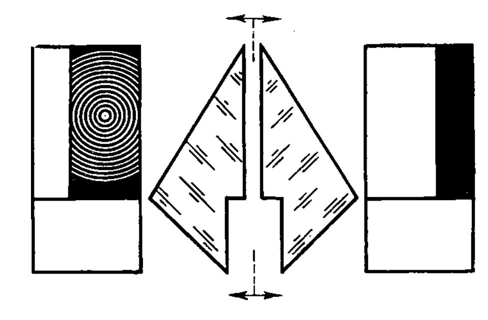


Рис. 96. Схема зеркального растра на левой половине светоделительного блока и сплошного зеркального слоя — на правой

В результате полной симметрии призм светоделительного блока, трехкратного отражения лучей в левой его части и двухкратного в правой—оба изображения, масочное и негативное, в кадровых окнах фильмового канала строятся совершенно одинаковыми, как бы совмещенными. Это условие выполняется в полной мере при правильном изготовлении всех элементов светоделительного блока и такой коррекции съемочного объектива вместе с остальными оптическими элементами, при которой в равноудаленных плоскостях обеспечивается одинаковый масштаб

изображения в видимых и инфракрасных лучах. Учитывая это условие, а также необходимость наличия у съемочных объективов удлиненного заднего отрезка из-за бо́льшей длины пути света в делительной системе, в аппарате ТКС-3 применяются только специально рассчитанные для него киносъемочные объективы. Разработка таких объективов выполнена коллективом специалистов Ленинградского института точной механики и оптики под руководством проф. М. М. Русинова.

С целью предотвращения действия на масочную пленку лучей видимой части спектра перед ней, в непосредственной близости от фильмового канала, установлен светофильтр, пропускающий только инфракрасные лучи. В особой защите цветной или черно-белой негативных пленок от воздействия инфракрасных лучей

Таблица 18

Основные технические показатели киносъемочного аппарата ТКС-3

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×23,8 *мм*
Частота съемки	24 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Дисковый
Пределы изменения угла открытия обтюратора	Постоянный — 175°
Тип грейфера	Двухсторонний — по 2 зуба с каждой стороны
Контргрейфер	Подвижной — двухзубый
Точность стояния кадра	0,007 *мм*
Тип кассет и их емкость	Одинарные — 150 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	Отсутствует
Механизм наплыва	Отсутствует
Тип привода	Синхронный электродвигатель переменного тока 3×220 *в*
Система визирования	По изображению на пленке
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	35 и 50 *мм*
Тип светозащитного устройства	Жесткое — круглого сечения с прямоугольными кашетами
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8$″
Размеры: длина	740 *мм*
Размеры: высота	650 *мм*
Размеры: ширина	250 *мм*
Вес	35 *кг*

нет необходимости, так как эти пленки к ним нечувствительны. Вместе с тем можно опасаться вредного дополнительного экспонирования масочной пленки лучами видимой части спектра, прошедшими через негативную пленку, находящуюся в общем фильмовом канале. Это явление устраняется применением в масочной пленке специального защитного слоя из галоидного серебра, наносимого между основой и эмульсионным слоем. Этот слой благодаря значительной оптической плотности исключает возможность воздействия на эмульсию масочной пленки лучей, идущих со стороны основы.

Основные технические показатели киносъемочного аппарата ТКС-3 приведены в табл. 18.

Механизм аппарата

Специфическая оптическая система аппарата и применение при съемке всегда двух пленок в значительной степени определили всю конструкцию аппарата и его лентопротяжного механизма. В нижней части корпуса размещены все элементы механизма и оптический светоделительный блок, в верхней части — одинарные кассеты, вмещающие по 150 *м* пленки, из них две левые используются как подающие, а две правые — как приемные. Все четыре кассеты устанавливаются в общий корпус и закрываются крышкой. Вторая нижняя крышка открывает доступ к лентопротяжной части механизма аппарата. Ход пленки в аппарате однопоточный, и ее равномерное транспортирование обеспечивается одним 32-зубым комбинированным барабаном, делающим при частоте съемки 24 *кадр/сек* 180 *об/мин*. Необходимое зацепление перфораций пленок с зубчатым барабаном обеспечивается двумя эксцентричными прижимными каретками. У этого барабана помещены также пленкосниматели и устройство электромеханической блокировки, выключающей приводной электродвигатель по окончании или обрыве пленки. Особенность этого аппарата заключается в том, что ввиду применения светоделительной системы даваемое объективом изображение строится не на его оптической оси, а в перпендикулярной к ней плоскости. Вследствие этого фильмовый канал, соответственно, смещен в сторону и повернут относительно оси объектива и плоскости зубчатого транспортирующего барабана. Схема транспортирования пленки приведена на рис. 97.

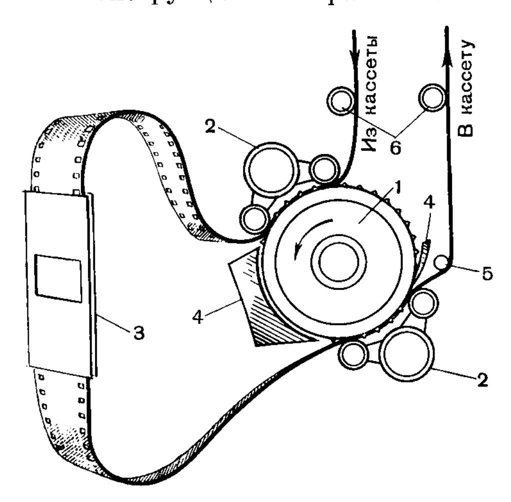


Рис. 97. Схема транспортирования пленок в аппарате ТКС-3:
1 — зубчатый барабан, *2* — прижимные каретки, *3* — фильмовый канал, *4* — пленкосниматель, *5* — блокировочный ролик, *6* — направляющие ролики

Грейферный механизм

В аппарате применен малошумный грейферный механизм кулисно-кривошипного типа с подвижным контргрейфером. Грейфер ведет пленку четырьмя зубьями, входящими в две перфорации с каждой стороны. Протягивание пленки производится за четвертую и пятую пару отверстий ниже кадрового окна фильмового канала, а фиксация положения пленки — зубьями контргрейфера, входящими в третью пару перфораций. При использовании негативной и масочной пленок, изготовленных на малоусаживающейся термостатированной основе (усадка не более 0,05%), устойчивость положения изображения в вертикальном и горизонтальном направлениях обеспечивается с точностью не менее 0,007 *мм*, что необходимо для точного совмещения негативного и масочного изображений во избежание смещения контуров в готовом комбинированном кадре.

С целью обеспечения строгого постоянства взаимного положения все элементы грейферного механизма и фильмового канала выполнены в виде общего конструктивного узла, легко вынимаемого для регулировки и чистки, а также для замены рамок при переходе от съемки обычных фильмов с размером кадра 16 × 22 *мм* к съемке широкоэкранных с кадром 18,7 × 22 *мм*. В последнем случае производится смещение всей системы на 0,9 *мм* для совмещения оптической оси съемочного объектива с центром широкоэкранного кадра, который по расположению на пленке не совпадает с обычным.

Так как в аппарате ТКС-3 производится одновременная съемка на две пленки, сложенные друг с другом эмульсионными сторонами наружу в общем фильмовом канале, то он имеет два кадровых окна одинакового размера, расположенных одно против другого в передней и задней рамках канала. В одном из них экспонируется негативное, а во втором — масочное изображение. Для обеспечения необходимого контакта между пленками и сохранения постоянства плоскости их положения в фильмовом канале имеется прижимная рамка. Перед каждым из двух кадровых окон фильмового канала находятся пазы и рамки для установки фолиевых светофильтров.

Механизмы грейфера и контргрейфера так сочленены между собой, что в перфорациях пленок все время находятся зубья того или другого, благодаря чему исключается возможность их случай-

ного смещения. При зарядке зубья контргрейфера выводятся из канала, а грейфер устанавливается в положение, соответствующее его обратному ходу. Конструкция грейферного механизма и фильмового канала рассчитана на съемку при прямом и обратном ходе пленок.

В некоторых аппаратах типа ТКС-3, модернизированных на киностудии «Мосфильм», в конструкцию фильмового канала введен тонкий металлический шибер, расположенный между двумя пленками и препятствующий их слипанию между собой, что способствует более точному сохранению постоянства их взаимного положения. Обычный дисковый обтюратор с постоянным углом открытия 175° расположен в непосредственной близости от первой входной поверхности светоделительного блока и перекрывает общий световой поток до его разделения на две части, создающие негативное и масочное изображения.

Кинематическая схема и привод аппарата

Как видно из рис. 98, на котором приведена кинематическая схема аппарата, синхронный приводной электродвигатель через редуктор с передаточным отношением 24 : 25 приводит в движение

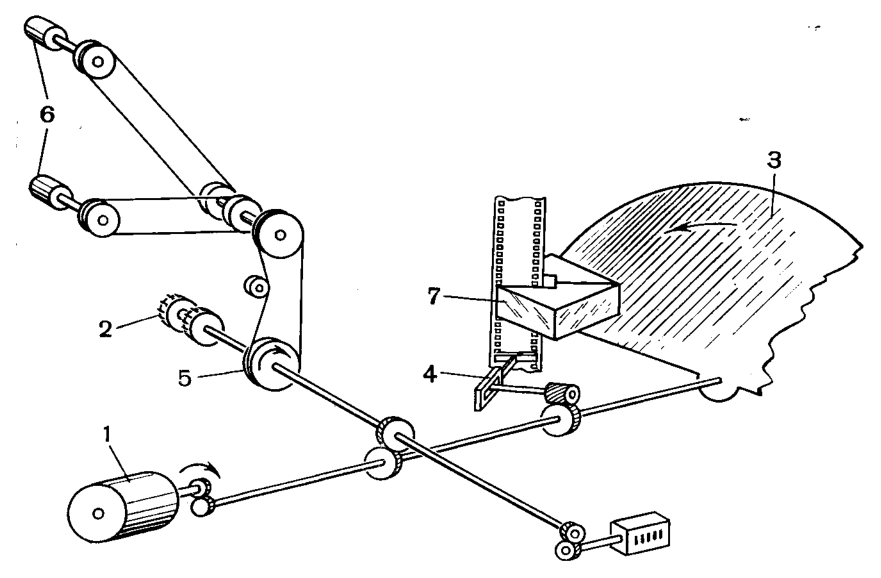


Рис. 98. Кинематическая схема аппарата ТКС-3:
— электродвигатель, *2* — зубчатый барабан, *3* — обтюратор, *4* — грейфер; *5* — шкив, *6* — наматыватели приемных кассет, *7* — светоделительный блок

обтюраторный вал с жестко закрепленным на нем дисковым обтюратором. От обтюраторного вала через передаточную пару с отношением 1 : 1 вращение передается валу грейферного механизма, а через пару с отношением 1 : 8 оси транспортирующего зубчатого барабана, на которой закреплен шкив привода наматывателей кассет и шестерня, передающая вращение на счетчик. Вращение осей наматывателей приемных кассет производится при помощи ременных передач, связывающих наматыватель каждой кассеты с соответствующим шкивом, сидящим на промежуточной оси, приводимой в движение также ременной передачей от основного шкива на оси транспортирующего барабана. При съемке с обратным движением пленки пассики перебрасываются со шкивов на приемных кассетах на аналогичные шкивы подающих, которые в этом случае становятся приемными.

В качестве приводного электродвигателя применяется синхронный трехфазный двигатель переменного тока на напряжение 220 *в*, который при частоте 50 *гц* развивает 1500 *об/мин* и обеспечивает получение на валу ротора мощности не менее 60 *вт*. Двигатель устанавливается на корпус аппарата и закрепляется байонетным замком. Включение электродвигателя производится специальным пусковым выключателем, ручка управления которым выведена на правую стенку корпуса аппарата.

Кассеты

В аппарате применяются одинарные кассеты емкостью 150 *м* пленки, с завинчивающимися на резьбе крышками. Для намотки пленки в кассетах имеются бобины диаметром 50 *мм*, надеваемые на оси наматывателей с внутренними нерегулируемыми фрикционными устройствами. Устья кассет снабжены направляющими роликами и светозащитными замками, устраняющими возможность засветки пленки и открывающимися после зарядки аппарата и закрытия его дверцы. Все кассеты взаимозаменяемы и могут использоваться в качестве подающих или приемных.

Объективы и система визирования

В аппарате применяются только специально рассчитанные для него киносъемочные объективы с фокусными расстояниями 35 и 50 *мм*, а также анаморфотный объектив 50 *мм* — для широкоэкранных съемок. Эти объективы имеют удлиненные задние отрезки, отвечающие ходу лучей в светоделительной системе аппарата, и откорректированы с учетом получения равномасштабных изображений в видимой и инфракрасной зонах спектра. Объективы с фокусными расстояниями 35 и 50 *мм* имеют относительные отверстия 1 : 2,3.

Наводка на резкость может производиться как по дистанционным шкалам, нанесенным на переходных оправах, так и при

визуальном контроле в лупу по резкости видимого изображения. Система визирования обеспечивает возможность наблюдения за изображением непосредственно на эмульсионной поверхности пленки. Изображение, построенное объективом в плоскости эмульсионного слоя негативной пленки, рассматривается в лупу через правую часть светоделительной системы за счет лучей, диффузно-отраженных ее поверхностью. Такая система визирования обеспечивает полное совпадение границ снимаемого и видимого в лупу изображений, а также позволяет контролировать резкость.

При съемке фильмов с классическим форматом кадра применяется обычная лупа с увеличением 5×, а при съемке широкоэкранных с анаморфированным изображением — специальная дезанаморфирующая лупа с увеличением по горизонтали 7×, а по вертикали 3,5×. Обе лупы позволяют производить индивидуальную регулировку окуляров по глазу в пределах ±5Д и имеют автоматические световые замки, исключающие возможность засветки пленки.

В отдельных случаях для наблюдения за кадром во время съемки может использоваться приставной оптический визир, однако он не дает возможности определить границы кадра и степень перемещения в нем отдельных предметов с точностью, необходимой при комбинированных съемках, и вследствие этого находит ограниченное применение.

Светозащитное устройство

Для предохранения объектива от попадания постороннего света в аппарате применяется жесткое светозащитное устройство, состоящее из конического тубуса и поворотной насадки с кашетами. Кронштейн — держатель светозащитного устройства — крепится к передней стенке аппарата двумя винтами. Тубус может перемещаться по направляющим вдоль кронштейна и закрепляться на нужном расстоянии.

На передней части конического тубуса укреплена насадка с пазами, в которые с противоположных сторон вставлены заслонки — шибера, ограничивающие величину входного отверстия светозащитного устройства. Положение заслонок фиксируется в любом положении и точно определяется по имеющейся шкале. Вся насадка может поворачиваться на тубусе и стопориться в нужном положении, что бывает необходимо при использовании заслонок в качестве кашетирующих устройств. Если же светозащитное устройство применяется только по своему основному назначению, то поворотная насадка закрепляется так, чтобы края шторок были горизонтальны, а расстояние между ними соответствовало углу зрения применяемого съемочного объектива в вертикальной плоскости.

11. Киносъемочный аппарат для мультипликационных съемок (модель 1-КСМ)

Киносъемочный аппарат 1-КСМ (рис. 99) предназначен для съемок, выполняемых на вертикальных одно- и многоплановых мультипликационных станках. Его конструкция, разработанная

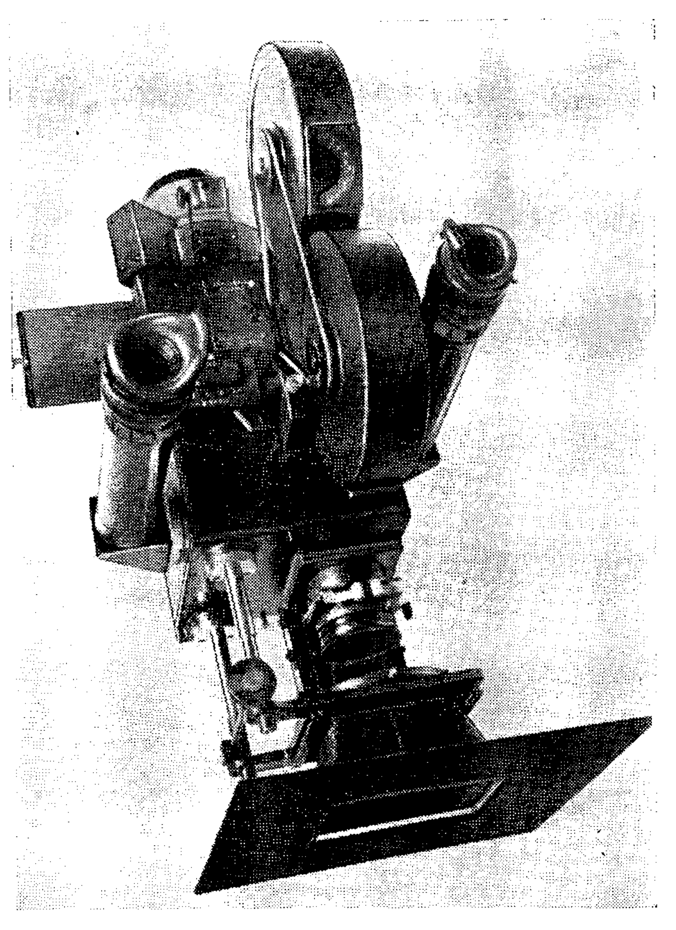


Рис. 99. Киносъемочный аппарат 1-КСМ для мультипликационных съемок на станке

коллективом специалистов Московского конструкторского бюро киноаппаратуры под руководством А. О. Гельгара и Г. А. Шмидта, полностью подчинена указанным условиям работы и обеспечивает максимальные удобства и возможности выполнения разнообраз-

ных мультипликационных съемок. Аппарат избавляет студии от необходимости приспосабливать для работы на станках случайные камеры другого назначения. Его конструкция отличается рядом оригинальных решений, существенно расширяющих технические и творческие возможности операторов, выполняющих съемки обычных и широкоэкранных мультипликационных фильмов или отдельных эпизодов, снимаемых этим методом.

К основным особенностям аппарата относятся:

удобство наблюдения за изображением на матовом стекле или непосредственно на пленке при вертикальном положении аппарата;

возможность съемки с одной и двумя пленками при прямом и обратном ходе;

Таблица 19

Основные технические показатели киносъемочного аппарата 1-КСМ

Ширина применяемой пленки	35 *мм*
Размер кадрового окна	16×22 и 18,7×23,8 *мм*
Частота съемки	4; 2; 1; $^1/_4$; $^1/_{12}$; $^1/_{24}$ *кадр/сек*
Тип обтюратора	Зеркальный и обычный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 150°
Тип грейфера	Двухсторонний — двухзубый
Контргрейфер	Неподвижный — двухзубый
Точность стояния кадра	0,008 *мм*
Тип кассет и их емкость	Одинарные и счетверенные, емкостью 120 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	Предусмотрена
Механизм наплыва	Автоматический
Тип привода	Синхронный электродвигатель переменного тока
Система визирования	С зеркальным обтюратором и лупой сквозной наводки
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	35, 50 и 75 *мм*
Тип светозащитного устройства	Жесткое — прямоугольной формы
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8''$
Размеры: длина	400 *мм*
Размеры: высота	600 *мм*
Размеры: ширина	350 *мм*
Вес	22 *кг*

автоматическое сохранение резкости при вертикальном перемещении аппарата на мультипликационном станке МФ-12;

возможность многократного экспонирования неподвижного кадра при раздельной работе обтюраторного и грейферного механизмов аппарата;

большой диапазон изменения времени экспонирования при строгом постоянстве установленной величины;

возможность автоматического выполнения наплыва на протяжении съемки различного количества кадров, дистанционное управление углом открытия обтюратора и автоматическая остановка аппарата при окончании наплыва;

возможность проведения как покадровой, так и непрерывной съемки в заданном темпе;

дистанционное управление с пульта работой аппарата и его основными элементами.

Киносъемочный аппарат 1-КСМ в сочетании с мультипликационным станком типа МФ-12, конструкция которого с ним согласована, позволяет предельно упростить проведение мультсъемок, сократить время, затрачиваемое на их выполнение, и обеспечить удобство работы.

Основные технические показатели аппарата приведены в табл. 19.

Механизм аппарата

Лентопротяжный механизм аппарата обеспечивает транспортирование одной или двух 35-*мм* пленок при прямом и обратном ходе. Как видно из схемы рис. 100, равномерное продвижение пленки обеспечивается 32-зубым комбинированным барабаном, на который пленка заходит дважды, — после выхода из подающей кассеты и после фильмового канала. Необходимое зацепление перфораций с зубьями барабана достигается применением двух прижимных кареток со свободно вращающимися роликами. После каждой каретки помещен пленкосниматель, исключающий возможность случайной намотки пленки на зубчатый барабан.

Электромеханическая блокировка выключает механизм аппарата при окончании или обрыве пленки и ненормальной работе наматывателей кассет при прямом и обратном ходе. Для этого в аппарате на подпружиненных рычагах установлено два подвижных блокировочных ролика, удерживаемых в нормальном рабочем положении при правильной зарядке и натяжении пленки. При обрыве или ослаблении натяжения соответствующий ролик освобождается и перемещается пружиной в крайнее положение, размыкая одновременно контакт в цепи блокировки питания приводного электродвигателя.

Имеющаяся в аппарате коробка скоростей с переменным передаточным отношением позволяет, в зависимости от характера съемки, включить одну из шести скоростей транспортирования

пленки, которые соответствуют частоте съемки в 4, 2, 1, $^1/_4$, $^1/_{12}$ или $^1/_{24}$ *кадр/сек*. Продолжительность экспонирования каждого кадра при полном открытии обтюратора (150°), соответственно, равна 0,1, 0,21, 0,42, 1,67, 5,0 и 10 *сек*. Система управления дает

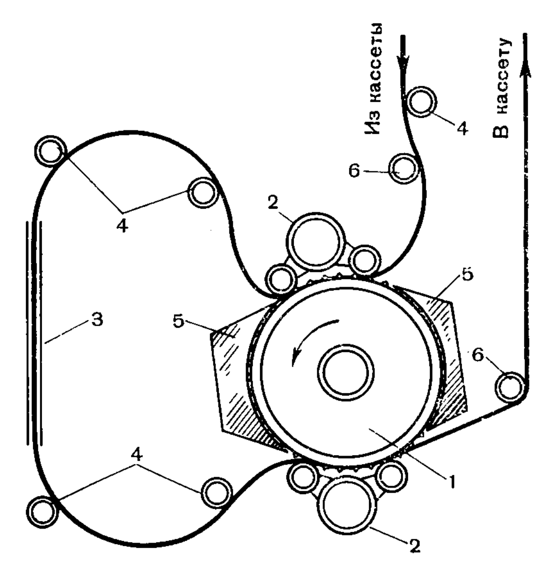


Рис. 100. Схема прохождения пленки в аппарате 1-КСМ:

1 — зубчатый барабан, *2* — прижимные каретки, *3* — фильмовый канал, *4* — направляющие ролики, *5* — пленкосниматели, *6* — блокировочный ролик

возможность производить непрерывную съемку, с любой указанной частотой или устанавливать режим покадровой съемки, сохраняя постоянство времени экспонирования каждого отдельного кадра.

Грейферный механизм

Прерывистое транспортирование пленки в фильмовом канале осуществляется грейферным механизмом кулачкового типа с прямолинейной направляющей и неподвижным контргрейфером. Применение неподвижных зубьев контргрейфера для фиксации положения пленки во время экспонирования позволяет обеспечить повышенную точность постоянства положения изображения на пленке, что особенно важно при съемке нескольких экспозиций. Использование неподвижного контргрейфера вызвало необходимость применения пульсирующего фильмового канала, который своим движением снимает пленку с зубьев контргрейфера и надевает на зубья грейфера на период транспортирования. Зубья контргрейфера входят в первую пару перфорационных отверстий ниже кадрового окна, т. е. так же, как в киносъемочных аппаратах 1-КСК и СК-1. Это позволяет применять их для съемки каких-либо заготовок и обеспечить фиксацию пленки по тем же перфорациям, что повышает точность положения изображения в окончательном комбинированном кадре. При использовании пленок на термостатированной основе с малой усадкой постоянство положения изображения на аппарате 1-КСМ может выдерживаться в пределах 0,007—0,008 *мм* как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Грейфер транспортирует пленку двумя зубьями, входящими в перфорации по одному с каждой стороны. При прямом ходе пленки в аппарате зубья грейфера входят в первую пару перфораций выше верхней кромки кадрового окна, а при обратном ходе — в первую пару выше нижней кромки кадрового окна, т. е. в отверстия, соседние с зубьями контргрейфера, что снижает влияние усадки пленки.

Пульсирующий фильмовый канал обеспечивает возможность свободного прохода в нем одной или двух пленок. Пленки прижимаются к передней рамке на время экспонирования, чем достигается постоянство положения и плоскостность эмульсионной поверхности. Для обеспечения нормального прохождения и надежной фиксации в канале одной и двух пленок применяются сменные передние рамки. В комплект аппарата входят две пары таких рамок: одна — для съемки обычных фильмов, вторая — для съемки широкоэкранных фильмов. В каждой паре одна рамка (с обозначением Н-1 или Ш-1) устанавливается при съемке на одну пленку, а вторая (с обозначением Н-2 или Ш-2) — при работе с двумя пленками.

Весь грейферный механизм аппарата выполнен в виде съемного блока, что позволяет легко вынимать его для чистки и регулировки.

Обтюраторы

В отличие от других типов аппаратов в камере для мультипликационных съемок применена система с двумя обтюраторами. Один из них — обычный дисковый, с изменяемым от 0 до 150° углом открытия—расположен в непосредственной близости от кадрового окна фильмового канала и вращается в плоскости, параллельной пленке. Время экспонирования определяется только величиной угла открытия этого обтюратора и количеством оборотов приводного вала аппарата. Второй — зеркальный однолопастный обтюратор установлен под углом к оптической оси съемочного объектива ниже кадрового окна, и плоскость его отражающей поверхности проходит между съемочным объективом и основным рабочим обтюратором. Зеркальный обтюратор служит только для

обеспечения удобного беспараллаксного наблюдения за снимаемым объектом во время подготовки, а в отдельных случаях и проведения съемки.

Применение двух обтюраторов с разделением между ними рабочих функций позволило полностью использовать преимущества обычного дискового обтюратора для экспонирования и зеркального в системе визира. Наряду с этим расположение двух обтюраторов между пленкой и объективом ограничило возможность применения съемочных объективов с короткими задними отрезками и, следовательно, небольшими фокусными расстояниями. Вследствие этого в аппарате могут устанавливаться обычные объективы с фокусными расстояниями не менее 40—50 *мм*, а используемый в комплекте специальный объектив с фокусным расстоянием 35 *мм* имеет удлиненный задний отрезок.

Для удобства управления аппаратом, установленным на мультстанке, изменение угла открытия обтюратора может производиться не только на самом аппарате, но и дистанционно с пульта управления. Также дистанционно может выполняться и управление проведением наплыва. Контроль за величиной угла открытия обтюратора и его изменением осуществляется по шкале на самом аппарате или аналогичной дублирующей ее шкале на пульте управления станком.

Продолжительность наплыва, или количество кадров, на протяжении съемки которых проходит закрытие (или открытие) обтюратора, может изменяться в широких пределах, так как эта операция в аппарате 1-КСМ осуществляется не механическим путем, как у большинства киносъемочных аппаратов, а при помощи специального исполнительного электродвигателя, режим работы которого задается с пульта управления.

Еще одной существенной особенностью аппарата является возможность привода обтюраторов при отсоединенном грейферном и лентопротяжном механизмах, что позволяет производить многократное экспонирование одного и того же кадра без обратной отмотки пленки. Для этого лентопротяжный и грейферный механизмы отключаются при помощи специального устройства от общей системы привода аппарата, пленка остается неподвижной в фильмовом канале, а работа обтюраторов может продолжаться в обычном порядке.

Во всех случаях механизм камеры при помощи специальной однооборотной муфты обеспечивает при покадровой съемке точную остановку аппарата в положении, когда обтюраторы полностью перекрывают световой поток от объектива на пленку. За цикл, соответствующий съемке одного кадра, обтюраторы совершают один полный оборот на 360° и останавливаются каждый раз в постоянном положении с ошибкой, не превышающей ± 3°, что полностью исключает возможность засветки или неправильного экспонирования пленки в кадровом окне.

Кинематическая схема и привод аппарата

Как видно из кинематической схемы рис. 101, синхронный приводной электродвигатель, делающий 3000 *об/мин* при помощи эластичной муфты, соединяется с механизмом аппарата и через

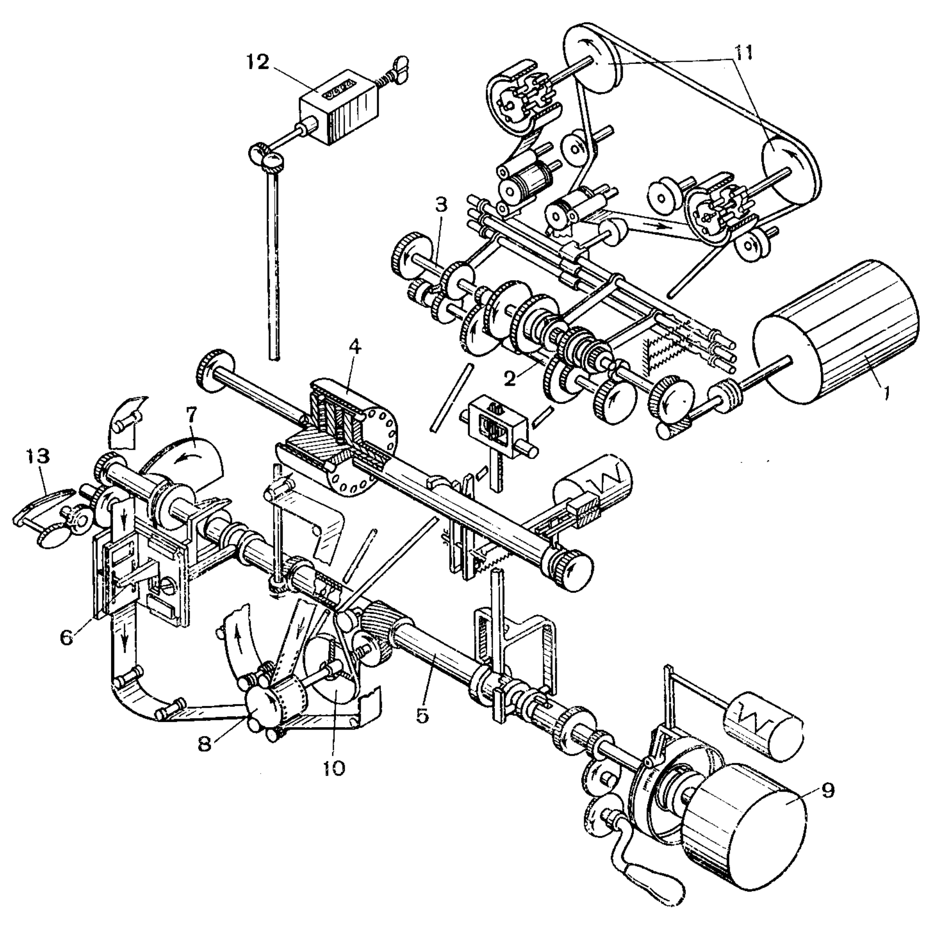


Рис. 101. Кинематическая схема аппарата 1-КСМ:
1 — электродвигатель *2* — первый вал коробки скоростей, *3* — второй вал коробки скоростей, *4* — однооборотная муфта, *5* — вал грейфера и обтюратора, *6* — грейфер, *7* — обтюратор обычный, *8* — комбинированный зубчатый барабан, *9* — электродвигатель, управляющий углом открытия обтюратора, *10* — шкив для привода наматывателей, *11* — шкивы на кассете, *12* — счетчик, *13* — обтюратор зеркальный

две передаточные пары — червячную и зубчатую — приводит в движение вал коробки скоростей, на котором находятся шесть различных шестерен, каждая из них может быть введена в зацепление с соответствующей ей шестерней на втором парал-

лельном валу коробки. Вводя в зацепление одну из пар, устанавливают нужное передаточное отношение между приводным двигателем и механизмом съемочного аппарата.

Передача движения от второго вала коробки скоростей к механизму аппарата осуществляется через так называемую однооборотную электромагнитную муфту, обеспечивающую совместно с другими устройствами электрической системы управления режимом съемки остановку механизма в строго определенном положении после экспонирования каждого кадра при покадровом режиме работы. Точная фиксация положения при остановке достигается применением специальных фиксаторов, входящих в зацепление с рычажками, опускающимися подвижным сердечником отдельного электромагнита одновременно с выключением однооборотной муфты и приводного двигателя. Одновременно применяется система электрического торможения электродвигателя, путем подачи на его обмотки постоянного напряжения от селенового выпрямителя.

Вал однооборотной муфты через пару шестерен приводит в движение комбинированный вал грейферного механизма и обтюратора, который состоит из первого наружного полого вала, служащего для привода грейферного механизма и зубчатого барабана, внутреннего полого вала, передающего движение обтюратору, и сплошной оси, проходящей внутри второго полого вала, используемой для относительного перемещения дополнительного сектора дискового обтюратора при изменении угла открытия.

При съемке с постоянным углом открытия обтюратора оба вала и ось соединяются между собой и вращаются вместе как одно целое. При многократном экспонировании одного кадра наружный полый вал выводится из зацепления с проходящим в нем валом обтюраторов, чем выключается механизм грейфера и зубчатый транспортирующий барабан. В то же время обтюраторы продолжают вращаться. Для изменения величины угла открытия, внутренней оси, ведущей дополнительный сектор дискового обтюратора, при помощи отдельного исполнительного электродвигателя типа сельсин сообщается движение, вызывающее необходимое опережение или отставание ее от второго полого обтюраторного вала.

Привод наматывателей кассет осуществляется бесконечным ремнем от шкива, помещенного на оси зубчатого транспортирующего барабана. Приводной ремень одновременно сообщает движение шкивам обеих кассет — приемной и подающей. Однако благодаря специальному устройству передаточных муфт, находящихся внутри бобин, вращение передается только бобине приемной кассеты. При перемене направления съемки изменяется на обратное и вращение шкивов кассет. В этом случае автоматически отключается фрикционный наматыватель кассеты, ставшей подающей,

и начинает работать наматыватель приемной. Такая конструкция привода наматывателей позволяет производить съемку с прямым и обратным направлением движения пленки, изменяя только соответствующим переключением направление вращения ротора приводного электродвигателя.

Для обеспечения постоянства установленной частоты съемки или продолжительности экспонирования привод механизма осуществляется синхронным электродвигателем переменного тока типа 24 М-5, питающимся от трехфазной сети переменного тока. Конструктивно приводная часть механизма, включающая электродвигатель, червячный редуктор и коробку скоростей, выполнена в виде отдельного блока, который крепится на корпус аппарата с правой стороны.

Так как киносъемочный аппарат 1-КСМ предназначен для работы, всегда требующей точного учета количества снятых кадров, он снабжен счетчиком увеличенного размера, хорошо видимым при любом положении камеры на станке. Счетчик имеет четырехзначную шкалу и позволяет отсчитывать кадры до 9999. Конструкция его обеспечивает работу при прямом и обратном направлении съемки. В последнем случае при съемке каждого кадра показания счетчика уменьшаются на единицу, т. е. происходит вычитание. В любой момент счетчик может быть установлен на нуль.

Кассеты

Аппарат комплектуется одинарными кассетами емкостью 120 *м*, используемыми при работе с одной пленкой и специальной счетверенной кассетой для зарядки двух пленок.

При установке одинарных кассет они предварительно соединяются попарно при помощи переходной площадки, к которой крепятся винтовым зажимом. Каждая одинарная кассета имеет указатель количества находящейся в ней пленки, действующий по принципу измерения диаметра рулона. Светозащитный замок в устьях кассет выполнен в виде лабиринта с вращающимися роликами, между которыми проходит пленка. Счетверенные кассеты также рассчитаны на 120 *м* пленки и состоят из двух сдвоенных, установленных одна на другую. Их устья снабжены световыми замками, открывающимися автоматически после закрытия крышки аппарата.

Привод наматывателей осуществляется при помощи пассиков, соединяющих шкивы на приемных частях кассеты с общим шкивом, который связан отдельным ремнем с механизмом аппарата. На осях подающих кассет имеются аналогичные шкивы, затормаживаемые натяжными ремнями с пружинами. При переходе на съемку с обратным движением пленки приводные и тормозящие ремни меняются местами.

Объективы и система визирования

В комплект аппарата входят три объектива в специальных переходных оправах, сочленяющихся для автоматической наводки на резкость с механизмом вертикального перемещения аппарата на мультипликационном станке типа МФ-12. Специальные лекала на станке обеспечивают выдвижение объективов точно на нужную для наводки величину. Автоматическое фокусирование обеспечивается для объектива с фокусным расстоянием 35 *мм* в диапазоне расстояний от 0,19 до 1,5 *м*, для объектива с фокусным расстоянием 50 *мм* — от 0,27 до 1,5 *м* и для объектива с фокусным расстоянием 75 *мм* — от 0,4 до 2,0 *м*.

В случае использования аппарата не на мультипликационном станке МФ-12, имеющем автоматическую наводку на резкость, фокусирование может производиться вручную по дистанционным шкалам на переходных оправах или визуально по изображению, видимому в лупу. Установка нужной величины действующего отверстия объективов во всех случаях производится по шкалам диафрагм на их переходных оправах.

Для наблюдения за резкостью изображения и композиционным построением кадра аппарат имеет две лупы; одна из них используется в системе с зеркальным обтюратором и позволяет видеть изображение на матовом стекле, а вторая — непосредственно на пленке. Так как аппарат предназначен для работы на мультипликационном станке в вертикальном положении, то для удобства наблюдения обе лупы расположены горизонтально. При этом они дают прямое изображение с $6^{\times}$ увеличением. Вторая лупа, служащая для наводки по пленке, может устанавливаться также вертикально, но при этом видимое в ней изображение будет перевернуто на 90°. Каждая лупа имеет окуляр с корректировкой по глазу в пределах ±6Д и наглазник с автоматически закрывающимся световым замком, исключающим возможность засветки пленки в аппарате через систему наблюдения. Если одна из луп по каким-либо причинам снята с аппарата, то во избежание засветки на место ее крепления должна быть установлена заглушка.

Светозащитное устройство

В аппарате применено светозащитное устройство с жесткой блендой прямоугольного сечения и фильтродержателями, позволяющими устанавливать одновременно два светофильтра, один из которых может поворачиваться. Специальные пазы дают возможность применять различные каше, маски и сетки.

На передней части бленды находится специальный зачерненный щиток, предохраняющий заготовку на столе мультипликационного станка от попадания световых бликов, отражаемых отдельными частями аппарата.

Глава третья

АППАРАТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ШИРОКОФОРМАТНЫХ И ПАНОРАМНЫХ ФИЛЬМОВ

I. АППАРАТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ШИРОКОФОРМАТНЫХ ФИЛЬМОВ

1. Ручной широкоформатный киносъемочный аппарат (модель 1-КСШР)

Ручной широкоформатный киносъемочный аппарат (рис. 102) предназначен для съемки таких эпизодов художественных фильмов, в которых необходима максимальная подвижность оператора с камерой. Рациональная конструкция и умелое использование новых легких материалов позволили коллективу конструкторов МКБК под руководством Б. И. Радчика и С. И. Никитина создать

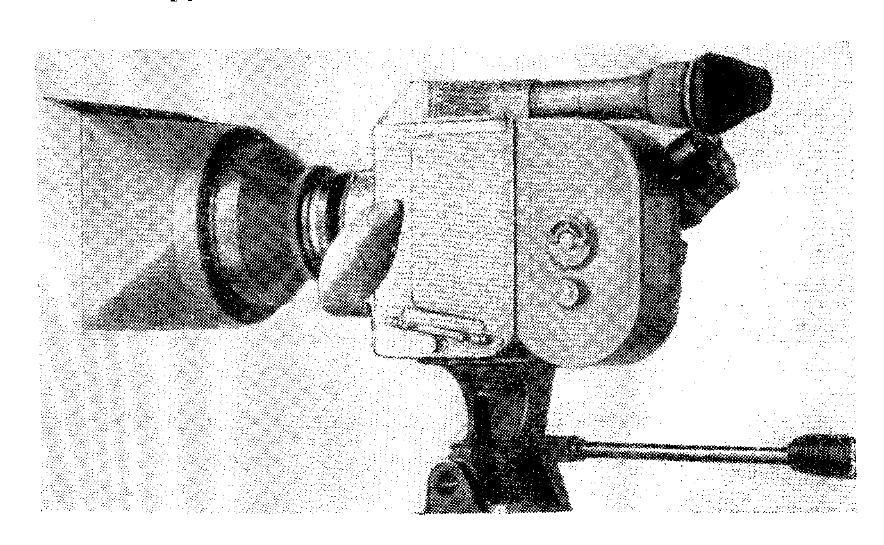


Рис. 102. Ручной широкоформатный киносъемочный аппарат 1-КСШР

аппарат, который, несмотря на применение широкой 70-*мм* кинопленки, по своему весу не превышает аналогичные 35-*мм* камеры. Это обстоятельство становится особенно важным в связи с тем, что съемка с рук находит все большее применение в художественной кинематографии. Легкий и удобный аппарат в руках опытного оператора дает возможность снять кадры, которые часто нельзя получить даже с применением самых совершенных механизированных кранов. Применение набора разнообразных по фокусному расстоянию объективов еще больше расширяет возможности использования этого аппарата.

Основные технические показатели киносъемочного аппарата 1-КСШР приведены в табл. 20.

Таблица 20

Основные технические показатели киносъемочного ручного аппарата 1-КСШР

Ширина применяемой пленки	70 *мм*
Размер кадрового окна	23 × 52,5 *мм*
Частота съемки	От 12 до 32 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Зеркальный — однолопастный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	Постоянный — 160°
Тип грейфера	Двухсторонний — однозубый
Контргрейфер	Отсутствует
Тип кассет и их емкость	Полуторные на 40 и 75 *м* пленки
Точность стояния кадра	0,02 *мм*
Наличие обратного хода	Нет
Возможность покадровой съемки	При ручном приводе
Механизм наплыва	Отсутствует
Тип привода	Электродвигатель постоянного тока 12 *в*. Ручной привод
Система визирования	Через рабочий объектив с применением зеркального обтюратора
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	28, 40, 56, 75 и 100 *мм*
Тип светозащитного устройства	Индивидуальные бленды для каждого объектива
Способ крепления на штатив	Винтом $^{3}/_{8}''$
Размеры: длина	455 *мм*
Размеры: высота	330 *мм*
Размеры: ширина	195 *мм*
Вес	6,05 *кг*

Особенностью механизма транспортирования кинопленки (рис. 103) является размещение в корпусе аппарата только грейферного устройства, в то время как зубчатые барабаны находятся в каждой съемной кассете. Такая конструкция позволяет во время съемки быстро заменять одну кассету другой, затрачивая минимальное время на перезарядку аппарата. В кассете полуторного

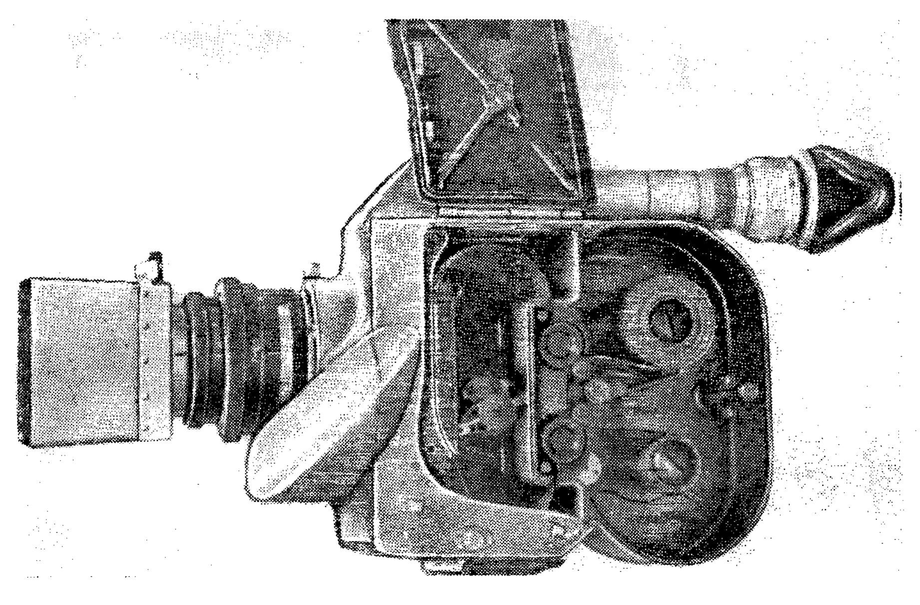


Рис. 103. Ход пленки в аппарате 1-КСШР

типа находятся два 16-зубых барабана, делающих при съемке с частотой 24 *кадр/сек* 450 *об/мин*. Первый по ходу пленки барабан разматывает ее из рулона на подающей бобине, а второй ограничивает поступление на приемную бобину. Оба барабана вместе обеспечивают постоянство размера пленочной петли до и после фильмового канала, что необходимо для нормальной работы грейферного механизма. Зацепление перфораций пленки с зубчатыми барабанами достигается применением каретки с вращающимися роликами. Транспортирующие барабаны, установленные в устьи кассеты вместе с направляющими роликами и специальными колодками, оклеенными бархатом, создают световой лабиринт, предохраняющий от проникновения света в кассету. Для установления нужного размера петли пленки, выходящей из кассеты, каждый из зубчатых барабанов может быть отсоединен от общего связывающего их механизма специальной кнопкой. Если петлю необхо-

димо уменьшить, то подмотка на приемную бобину излишка пленки производится при отсоединенном нижнем барабане вращением специальной рифленой головки на крышке кассеты.

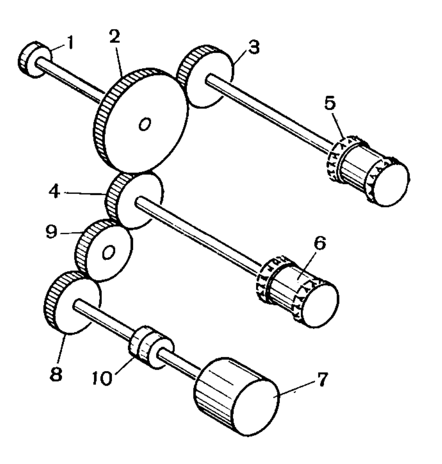


Рис. 104. Кинематическая схема механизма, расположенного в кассете

На рис. 104 показана кинематическая схема части механизма, размещенной в кассете. При вставлении кассеты в аппарат она соединяется с общим приводным механизмом при помощи двухпальцевой муфты *1*, на оси которой находится ведущая шестерня *2*, передающая движение через сочлененные с ней шестерни *3* и *4* зубчатым барабанам *5* и *6*. Привод наматывателя пленки *7* в приемной части кассеты производится через регулируемый фрикцион сухого трения *10* шестерней *8* через паразитку *9*, вращаемую шестерней *4* зубчатого барабана.

В аппарате могут применяться кассеты емкостью 40 и 75 *м* пленки, которые приблизительно эквивалентны по времени съемки 30 и 60-*м* кассетам в аппаратах, работающих на пленке шириной 35 *мм*. Оба типа кассет аналогичны по конструкции и отличаются только размером. Каждая кассета имеет указатель количества неэкспонированной пленки, построенный на принципе измерения диаметра рулона в подающей части.

Грейферный механизм

В аппарате применен грейферный механизм кулачково-кулисного типа без контргрейфера, ведущий пленку одним зубом с каждой стороны. За один цикл перемещение производится на 5 перфораций. Фильмовый канал изогнут в нижней части по траектории движения зубьев грейфера и имеет прижимную заднюю рамку. Степень ее прижима регулируется и подбирается таким образом, чтобы обеспечить необходимую фиксацию пленки в момент экспонирования. Постоянство положения изображения составляет 0,015—0,02 *мм*. Передняя и задняя рамки фильмового канала легко вынимаются из аппарата для чистки.

Для использования максимально возможного времени экспонирования пленки, определяемого конструкцией грейферного механизма, в аппарате применен однолопастный зеркальный обтюратор с дополнительной конической шторкой на обратной стороне, которая перекрывает световой поток в непосредственной близости от плоскости кадрового окна. Угол открытия обтюратора постоянный и составляет 160°. В отличие от большинства киносъемочных аппаратов зеркальный обтюратор расположен не сбоку, а ниже кадрового окна, что позволило сократить его размер до 123 *мм* в диаметре и тем самым максимально уменьшить размеры всего аппарата.

Кинематическая схема и привод аппарата

На рис. 105 приведена кинематическая схема механизма аппарата, из которой видно взаимодействие его отдельных элементов. Приводной электродвигатель, через расположенный в нем понижающий редуктор с отношением 1 : 5, соединяется с горизонтальным валом механизма аппарата. Через одну передаточную пару с отношением 1 : 1 движение с этого вала передается на ось зеркального обтюратора, а через вторую такую же пару на промежуточ-

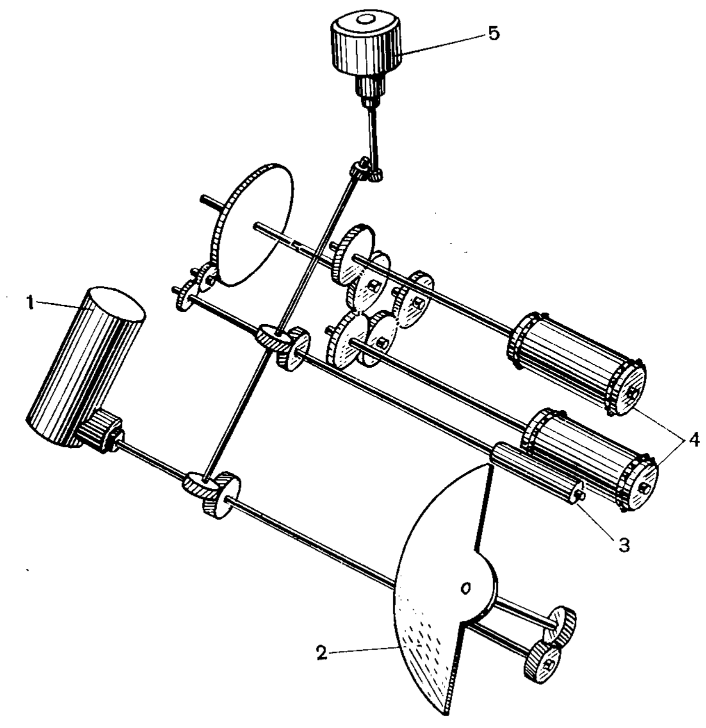


Рис. 105. Кинематическая схема киносъемочного аппарата 1-КСШР:

1 — электродвигатель, *2* — зеркальный обтюратор, *3* — грейфер (обозначен условно), *4* — транспортирующие зубчатые барабаны, *5* — тахометр

ный наклонный вал, с которого, в свою очередь, через передаточную пару с отношением 1 : 1 на вал грейферного механизма и через пару 2 : 1 на тахометр. От грейферного вала с отношением 1 : 2,7 через паразитную шестерню приводится вал передачи движения на часть механизма, находящуюся в кассете аппарата. С энергетической точки зрения такая кинематическая схема не является оптимальной, но ее выбор конструктором, очевидно, был продиктован соображениями рациональной компоновки отдельных узлов и аппарата в целом.

В аппарате в качестве приводного применен электродвигатель постоянного тока типа 25М-7 на напряжение 12 *в*, развивающий на валу мощность до 30 *вт*. Для изменения частоты съемки от 16 до 32 *кадр/сек* количество оборотов ротора регулируется при помощи реостата, расположенного на электродвигателе в пределах от 4800 до 9600 *об/мин*, а выходного вала с учетом редуктора от 960 до 1920.

Питание электродвигателя производится от батареи серебряно-цинковых аккумуляторов емкостью 15 *ач*, состоящей из 15 элементов типа СЦ-15. Напряжение батареи в конце заряда достигает 20 *в* и понижается к концу разряда до 13,5 *в*, что во всех случаях обеспечивает нормальную работу аппарата и дает возможность повышать частоту съемки до 32 *кадр/сек*.

Контроль частоты съемки производится по тахометру магнитно-индукционного типа, шкала которого, отградуированная в количестве кадров в секунду, нанесена на подвижном колпачке и видна через застекленное окно в корпусе аппарата.

При покадровой съемке со штатива привод аппарата осуществляется от руки специальной ручкой, надеваемой на горизонтальный вал вместо электродвигателя. В этом случае один оборот ручки соответствует съемке одного кадра.

Для съемки со штатива в нижней части корпуса аппарата имеется гнездо с резьбой $^3/_8''$, в которое при съемке с рук ввинчивается одна из двух входящих в комплект рукояток.

Объективы и система визирования

В комплект аппарата входят пять киносъемочных объективов, смонтированных в индивидуальных переходных оправах:

«Кино-Руссар 10» с фокусным расстоянием 28 *мм* и относительным отверстием 1 : 3,5;

ОКС4-40 с фокусным расстоянием 40 *мм* и относительным отверстием 1 : 3;

ОКС1-56 с фокусным расстоянием 56 *мм* и относительным отверстием 1 : 3;

ОКС4-75 с фокусным расстоянием 75 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС2-100 с фокусным расстоянием 100 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8.

Наводка на фокус каждого из объективов производится вращением рифленого кольца на его переходной оправе, а дистанция наводки отсчитывается по одной из двух одинаковых шкал, нанесенных для удобства с двух сторон оправы. Наводка объективов с фокусными расстояниями 28 и 40 *мм* может осуществляться на все дистанции, начиная с 0,5 *м*, а остальных — с 1 *м*. Установка нужного значения действующего отверстия выполняется ручкой на оправе каждого объектива, кроме объектива с фокусным расстоянием 100 *мм*, у которого для диафрагмирования имеется второе рифленое кольцо. Шкалы диафрагм нанесены на оправах в значениях эффективных относительных отверстий.

Наводить объективы аппарата на резкость можно как по индивидуальным дистанционным шкалам, так и визуально по изображению, видимому через лупу на матовом стекле визирующей системы. Наводка по шкалам большей частью возможна только при съемке со штатива, когда предварительно может быть измерено расстояние до плоскости фокусирования. Визуальная наводка в ручном аппарате является основной, так как позволяет не только предварительно фокусировать до начала съемки, но и изменять наводку непосредственно в процессе работы в зависимости от перемещения объектов съемки. Кроме того, эта система визирования дает возможность оценивать глубину резко изображаемого пространства при реальных дистанциях съемки и условиях диафрагмирования.

Система визирования с использованием зеркального обтюратора в легкой ручной камере обладает несомненными преимуществами перед всеми другими, давая возможность во время съемки непрерывно без параллакса видеть изображение таким, каким оно будет на пленке. Особо следует отметить, что в аппарате 1-КСПР система визира позволяет видеть не только все изображение, соответствующее кадру, но и некоторый участок пространства за его пределами, а это позволяет легко ориентироваться при съемке движущихся предметов или при панорамировании. В общем видимом поле изображения границы кадра очерчены рамкой, нанесенной на матовом стекле.

Изображение, строящееся съемочным объективом на пленке в кадровом окне в момент перекрытия его зеркальным обтюратором, отбрасывается на матированную поверхность коллективной линзы и рассматривается через лупу с увеличением в 3,3 раза. При этом размер изображения не зависит от фокусного расстояния съемочного объектива и во всех случаях остается постоянным, что особенно важно при применении длиннофокусных объективов, так как сохраняет различимость мелких деталей. Для индивидуальной регулировки лупы по глазу оператора ее окуляр имеет перемещение, соответствующее корректировке в пределах ± 5Д.

Светозащитные устройства

Объективы киносъемочного аппарата 1-КСШР имеют в качестве светозащитных устройств индивидуальные жесткие бленды прямоугольной формы, надевающиеся непосредственно на оправы и закрепляющиеся в определенном положении специальным замком. Так как объективы при фокусировании не поворачиваются, то бленды всегда сохраняют предварительно установленное правильное положение.

С короткофокусными объективами до 40 *мм* применяются круглые светофильтры с фильтродержателями, укрепляемыми внутри светозащитной бленды. Круглый фильтродержатель к объективу с фокусным расстоянием 56 *мм* крепится не на бленде, а непосредственно на оправе самого объектива. С объективами, имеющими фокусные расстояния 75 и 100 *мм*, используются прямоугольные светофильтры в прямоугольных держателях. Они вставляются в специальные гнезда соответствующих бленд. Прямоугольные светофильтры имеют размер 79 × 96 *мм*.

2. Широкоформатный аппарат для синхронных съемок (модель 70-СК)

Аппарат 70-СК предназначен для проведения синхронных съемок при производстве широкоформатных фильмов на пленке шириной 70 *мм*. Он также успешно применяется для немых съемок с последующим озвучанием. Разработан группой конструкторов МКБК под руководством Г. А. Шмидта. Общий вид аппарата показан на рис. 106.

В конструктивном отношении киносъемочный аппарат 70-СК аналогичен аппарату СК-1, используемому для съемок на 35-*мм* пленке. Его основные показатели даны в табл. 21.

Таблица 21

Основные технические показатели киносъемочного аппарата типа 70-СК

Ширина применяемой пленки	70 *мм*
Размер кадрового окна	23 × 50 *мм*
Частота съемки	24 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Дисковый — обычный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 175°
Тип грейфера	Четырехзубый — двухсторонний
Контргрейфер	Подвижной
Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Двойные на 300 *м* пленки
Возможность обратного хода	Имеется
Возможность покадровой съемки	Отсутствует
Механизм наплыва	Полуавтоматический
Тип привода	Электродвигатель переменного тока
Система визирования	Приставные визиры с автоматическими исправлениями параллакса
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	28, 40, 56, 75 и 100 *мм*
Тип светозащитного устройства	Два сменных светозащитных устройства с фильтродержателями
Способ крепления на штативе	Винтом 3/8″
Размеры: длина	775 *мм*
Размеры: высота	611 *мм*
Размеры: ширина	670 *мм*
Вес	85 *кг*

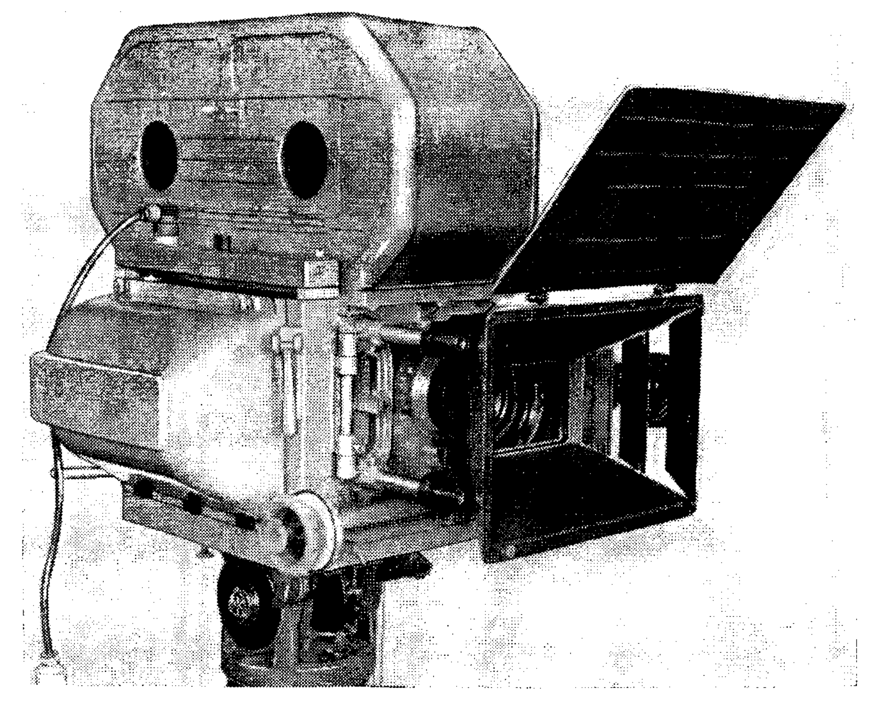


Рис. 106. Аппарат 70-СК

Механизм аппарата

Транспортирование кинопленки производится по однопоточной схеме. С целью снижения уровня шума механизм, расположенный в основном конструктивном корпусе, кроме того, помещен еще во второй корпус, являющийся звукозаглушающим боксом. Кассеты и приводной электродвигатель боксированы самостоятельно.

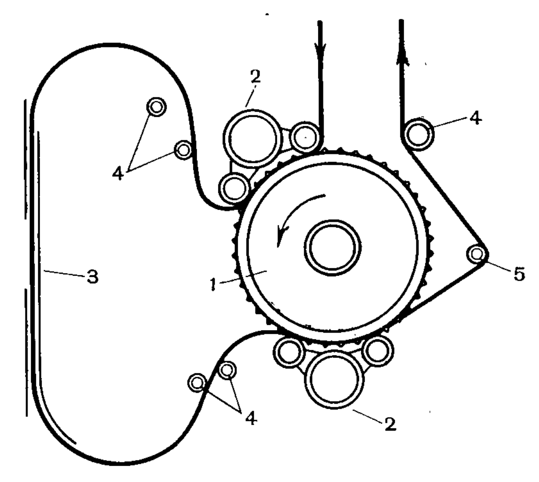


Рис. 107. Схема прохождения пленки в аппарате 70-СК:

1 — зубчатый барабан, *2* — прижимные каретки, *3* — фильмовый канал, *4* — направляющие ролики, *5* — блокировочный ролик

Для улучшения звукоизоляции боксы аппарата, кассет и электродвигателя заполнены специальным поглощающим материалом. Применение малошумной конструкции грейферного механизма, червячных и винтовых передач, изготовленных с высокой точностью, а также указанных мер звукозаглушения позволило снизить общий уровень шума аппарата во время работы до 30 *дб* на расстоянии 1,5 *м* от передней стенки. Эта величина не может удовлетворить всем требованиям синхронных съемок, но для аппаратов, работающих на 70-*мм* пленке, является наиболее низкой из всех достигнутых пока на практике.

Равномерное транспортирование пленки в аппарате производится 40-зубым комбинированным барабаном, на который она поступает первый раз из подающей кассеты, а второй — после выхода из фильмового канала. В обоих случаях необходимое зацепление перфораций с зубьями барабана обеспечивается прижимными каретками. Зубчатый барабан, делающий при частоте съемки 24 *кадр/сек* 180 *об/мин*, производит вытягивание пленки из подающей кассеты, сохраняет неизменной величину свободных петель до и после фильмового канала и ограничивает поступление пленки в приемную кассету. На рис. 107 приведена схема прохождения пленки. У зубчатого барабана после каждой из прижимных кареток установлены пленкосниматели, исключающие возможность ее намотки на барабаны при неисправностях. Прерывистое транспортирование пленки в фильмовом канале осуществляется грейферным механизмом, продвигающим ее за каждый цикл на 5 перфораций.

Грейферный механизм

В аппарате применен кривошипно-кулисный грейферный механизм с контргрейфером, выполненный по системе, разработанной в НИКФИ В. И. Омелиным, отличающийся большой точностью транспортирования пленки и малым уровнем шума. Грейфер ведет пленку четырьмя зубьями, расположенными по два с каждой стороны и входящими в четвертую и пятую пары перфораций ниже кадрового окна. Контргрейфер фиксирует положение пленки в кадровом окне во время экспонирования, входя двумя зубьями во вторую пару перфораций под кадровым окном. Работа грейфера и контргрейфера согласована таким образом, что в перфорациях пленки все время находятся зубья одного из них, чем исключается возможность случайного смещения. Для зарядки пленки в фильмовый канал аппарата зубья контргрейфера выводятся из перфораций специальной рукояткой. Одновременно с этим зубья грейфера устанавливаются в положение, соответствующее обратному ходу. Конструкция грейферного механизма и фильмового канала позволяет транспортировать пленку в прямом и обратном направлениях. В обоих случаях обеспечивается постоянство положения изображения с точностью не менее, чем 0,01 *мм* в вертикальном и горизонтальном направлениях на пленке с усадкой, не превышающей 0,2%.

Грейферный механизм и фильмовый канал выполнены в виде общего конструктивного блока, чем обеспечивается постоянство расположения всех взаимодействующих элементов. Весь узел легко вынимается из аппарата для регулировки и чистки.

Обтюратор

В аппарате применен дисковый обтюратор с переменным углом открытия, величина которого может устанавливаться в пределах от 0 до 175° вручную перед съемкой. Для выполнения наплывов угол открытия обтюратора плавно изменяется во время съемки при помощи специального полуавтоматического устройства. Изменение его может производиться от нуля до полного открытия и в обратном направлении. При необходимости изменение величины рабочего угла обтюратора может осуществляться также вручную на ходу аппарата. Изменение угла достигается относительным перемещением двух секторов обтюратора, из которых один закреплен на полом главном валу, а второй — на оси, проходящей внутри вала. Нужная величина угла открытия устанавливается по специальной шкале, находящейся на задней стенке аппарата. Для наблюдения и контроля за изменением угла во время работы на аппарате имеются дополнительные выполненные в уменьшенном масштабе сектора обтюратора, перемещающиеся относительно друг друга синфазно с его рабочими лопастями. Такая нагляд-

ная модель обтюратора, видная в специальном окне на задней стенке аппарата, облегчает работу.

Пользоваться механизмом полуавтоматического наплыва можно только на прямом ходу аппарата. Для выполнения «вытеснения» конец первого снимаемого плана экспонируется с уменьшением угла открытия до нуля, после чего производится обратная отмотка пленки на длину «наплыва». Съемка следующего плана, в который должен плавно перейти предыдущий, начинается при нулевом значении угла обтюратора с постепенным автоматическим открытием до полного значения. После полного открытия обтюратора съемка продолжается без остановки аппарата.

Кинематическая схема и привод аппарата

На рис. 108 приведена кинематическая схема аппарата, из которой видно взаимодействие его отдельных элементов и механизмов. Приводной электродвигатель через встроенный в него редуктор с передаточным отношением 24 : 25 при помощи соединительной муфты сочленяется с грейферным валом аппарата, обеспечивая его вращение со скоростью 1440 *об/мин*, соответствующей частоте съемки 24 *кадр/сек*. С вала грейфера при помощи пары винтовых шестерен с передаточным отношением 1 : 1 движение передается обтюраторному валу. Комбинированный зубчатый транспортирующий барабан, на оси которого находится фрикционно посаженный шкив привода наматывателя кассет, получает движение от обтюраторного вала через пару шестерен с передаточным отношением 1 : 8 и, соответственно, делает 180 *об/мин*. От обтюраторного вала через три пары шестерен осуществляется передача на счетчик метров и кадров. Для прокрутки механизма аппарата вручную при зарядке его пленкой служит подпружиненная рукоятка, которая может соединяться с осью приводного электродвигателя без его отключения.

В качестве приводного электродвигателя используется синхронно реактивный двигатель трехфазного переменного тока типа 1М-49 на напряжение 220 *в* мощностью 140 *вт* на валу.

Электрическая и механическая блокировки исключают возможность включения электродвигателя до правильного выполнения всех подготовительных операций. Крышка аппарата не может быть закрыта и двигатель не может быть включен, если контргрейфер выведен из рабочего положения; не закрыты обе прижимные каретки у зубчатого барабана, фильмовый канал переведен в положение для наблюдения по матовому стеклу, недостаточно натяжение пленки на участке между приемной кассетой и зубчатым барабаном. Кроме того, система электромеханической блокировки остановит работающий механизм аппарата при обрыве или окончании пленки, а также в случае неисправной работы фрикционного наматывателя приемной кассеты.

Нормальная работа аппарата в зимнее время на натуре обеспечивается специальным электрическим нагревателем, поддерживающим необходимую температуру в корпусе. Вся система подогрева включается отдельным выключателем, и при работе в помещении или в теплое время может быть отключена.

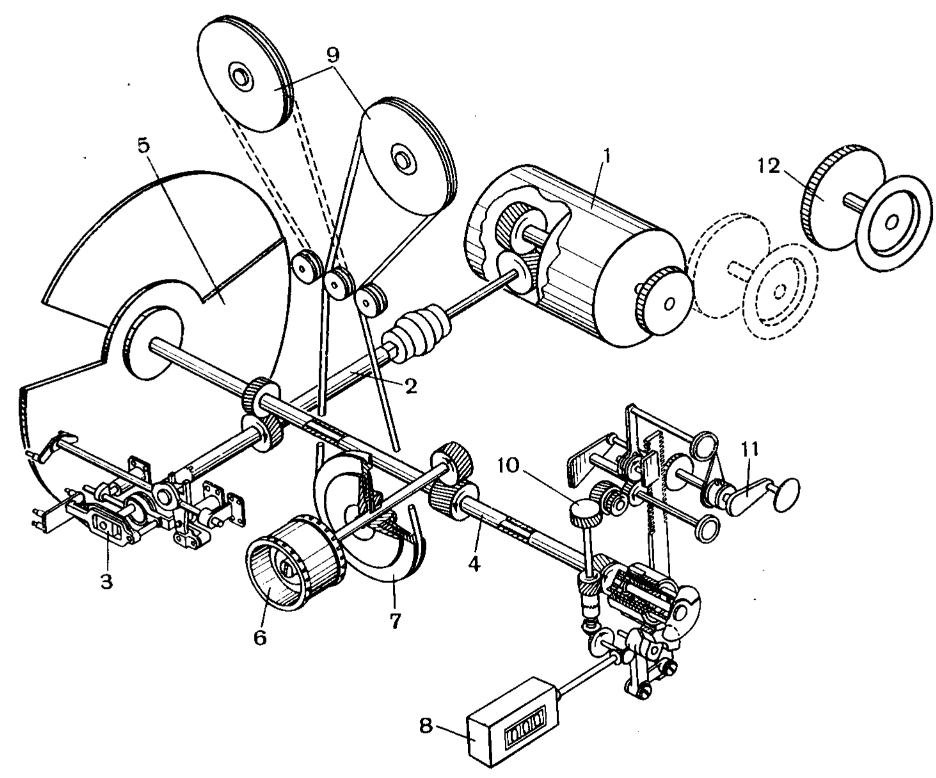


Рис. 108. Кинематическая схема аппарата 70-СК:

1 — электродвигатель, *2* — грейферный вал, *3* — грейферный механизм, *4* — обтюраторный вал, *5* — обтюратор, *6* — комбинированный зубчатый барабан, *7* — шкив привода кассет, *8* — счетчик метров и кадров, *9* — шкивы на кассете, *10* — механизм наплыва, *11* — рукоятка изменения угла открытия обтюратора, *12* — ручка и шестерня для прокрутки механизма при зарядке

Кассеты

В аппарате применены двойные кассеты емкостью 300 *м* пленки, имеющие светоизолированные друг от друга приемную и подающую части. Каждое из отделений закрывается отдельной завинчивающейся на резьбе крышкой. Светозащитный лабиринт для прохода пленки через устье кассеты образован тремя вращающимися роликами, оклеенными бархатом. Два из них установлены

на подпружиненных подшипниках и прижимают пленку к третьему ролику с незначительным, но постоянным давлением. Каждая кассета снабжена разжимными бобышками в приемной и подающей части, применение которых облегчает установку и снятие рулона пленки. При установке на аппарат кассета входит в предназначенные для нее пазы и крепится к корпусу винтом. На выходящих наружу осях бобин укреплены шкивы одинакового диаметра. При прямом ходе пленки на шкив приемной кассеты надевается приводной пассик, соединяющий его со шкивом, посаженным фрикционно на ось зубчатого барабана аппарата, а на шкив подающей части надевается неподвижный тормозной ремешок, натягиваемый пружиной. При съемке с обратным движением пленки приводной пассик и тормозной ремешок меняются местами.

Объективы и система визирования

В комплект аппарата входят пять киносъемочных объективов в индивидуальных переходных оправах байонетного типа:

«Кино-Руссар-10» с фокусным расстоянием 28 *мм* и относительным отверстием 1 : 3,5;

ОКС4-40 с фокусным расстоянием 40 *мм* и относительным отверстием 1 : 3;

ОКС1-56 с фокусным расстоянием 56 *мм* и относительным отверстием 1 : 3;

ОКС4-75 с фокусным расстоянием 75 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8;

ОКС2-100 с фокусным расстоянием 100 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8.

Любой из объективов устанавливается в гнездо объективодержателя аппарата и закрепляется в нем в определенном положении. Наводка на резкость производится перемещением объектива при помощи механизма фокусирования, сцепление с которым каждой переходной оправы происходит при установке ее в гнездо объективодержателя. Управлять фокусированием можно при помощи любой из трех ручек, расположенных на левой, правой и задней стенках аппарата. Передние ручки механизма фокусирования, кроме того, имеют дополнительные маховички с меньшим передаточным числом для быстрого изменения наводки.

Наводка на резкость может осуществляться как по дистанционным шкалам, так и визуально по изображению на матовом стекле аппарата. В первом случае предварительно измеряется расстояние от плоскости пленки до плоскости наводки, и объектив устанавливается по дистанционной шкале.

При фокусировании по матовому стеклу механизм аппарата смещается в сторону на специальных направляющих так, что в фокальную плоскость объектива вместо пленки вводится матированная поверхность коллективной линзы. На рис. 109 приведена оптическая схема лупы сквозной наводки с $3^{\times}$-увеличением и двух приставных оптических визиров. Точность фокусирования можно повысить, подняв увеличение лупы до $6^{\times}$ перемещением объектива, но в этом случае будет видна только центральная часть кадра. При избытке света в лупу вводятся нейтрально-серый или оранжевый светофильтры. Оба фильтра могут быть установлены и одновременно. Окуляр лупы имеет корректировку в пределах

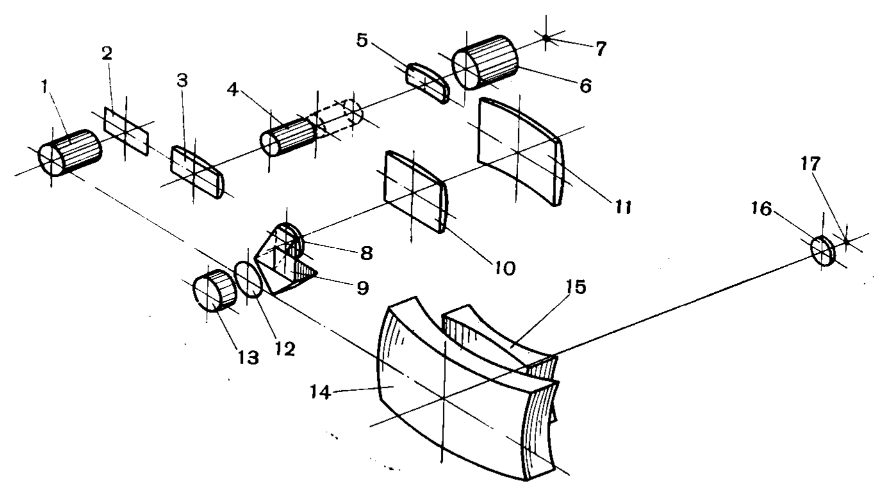


Рис. 109. Оптическая схема лупы и приставных визиров аппарата 70-СК:
1 — съемочный объектив, *2* — кадровое окно, *3* — коллектив с матированной поверхностью, *4* — объектив лупы, *5* — коллективная линза, *6* — окуляр лупы, *7* — зрачок лупы, *8* — объектив проекционного визира, *9* — оборачивающая система, *10* — коллектив с матированной поверхностью, *11* — окуляр визира, *12* — защитное стекло, *13* — насадка, *14* и *15* — отрицательные линзы телескопического визира, *16* — положительная линза, *17* — выходной зрачок

±5Д для установки по глазу. Пользоваться лупой можно лишь при подготовке к съемке. В процессе самой съемки контроль за композиционным построением кадра производится только при помощи специальных приставных оптических визиров.

Аппарат комплектуется двумя такими визирами, устанавливаемыми поочередно на левой боковой дверце камеры. Один из них — телескопического типа — используется с наиболее широкоугольным съемочным объективом, имеющим фокусное расстояние 28 *мм*. Наблюдение производится одним глазом из строго фиксируемого специальным наглазником положения.

Второй визир проекционного типа применяется со всеми остальными объективами. Для работы с объективами, имеющими фокусные расстояния 40 и 56 *мм*, на него надевается дополнительная оптическая насадка, расширяющая угол зрения. При смене съемочных объективов, соответственно, изменяется положение кашет, ограничивающих поле зрения визира применительно к объективам различного фокусного расстояния.

Оба визира не свободны от параллакса в горизонтальной плоскости, так как их оптические оси смещены в этом направлении относительно осей съемочных объективов. Параллакс автоматически исправляется для плоскости наводки одновременно с фокусированием съемочных объективов при помощи специального механизма. Также автоматически осуществляется и наводка на нужную дистанцию объектива визира проекционного типа, когда он работает без дополнительной насадки. При использовании насадки механизм фокусирования визира отключается и наводка его на резкость производится вручную при помощи отдельной фокусировочной рукоятки. Визир телескопического типа наводки на резкость не требует.

Светозащитные устройства

Два сменных светозащитных устройства служат для предохранения объективов от посторонней засветки во время съемки. Одно из них — жесткого типа — применяется только при съемке широкоугольными объективами с фокусными расстояниями 28 и 40 *мм*. Оно имеет кроме жесткой прямоугольной бленды дополнительную подвижную защитную заслонку, укрепленную на шарнире в верхней части бленды со стороны наибольшей засветки. В светозащитном устройстве находится фильтродержатель, позволяющий применить один неподвижный и один поворачивающийся светофильтр.

Второе светозащитное устройство используется со съемочными объективами фокусных расстояний 56, 75 и 100 *мм*. Оно имеет жесткую прямоугольную бленду и растягивающийся мех, расположенный между блендой и фильтродержателем, что позволяет изменять общую длину светозащитного устройства в зависимости от величины фокусного расстояния съемочного объектива. Фильтродержатель допускает установку одновременно трех светофильтров, два из которых могут поворачиваться. Оба светозащитных устройства имеют пазы для различных кашет и масок.

3. Скоростной широкоформатный киносъемочный аппарат (модель 70-КСК)

Широкоформатный аппарат 70-КСК (рис. 110) дает возможность производить съемки в широком диапазоне частот от покадровой до 90 *кадр/сек*. Это позволяет использовать его для различного рода макетных и комбинированных съемок на 70-*мм* пленке. Наличие двухпленочных кассет и лентопротяжного тракта, допускающего транспортирование одновременно двух пленок, делает аппарат пригодным для съемки вторых экспозиций. Высокая точность положения изображения определила его применение

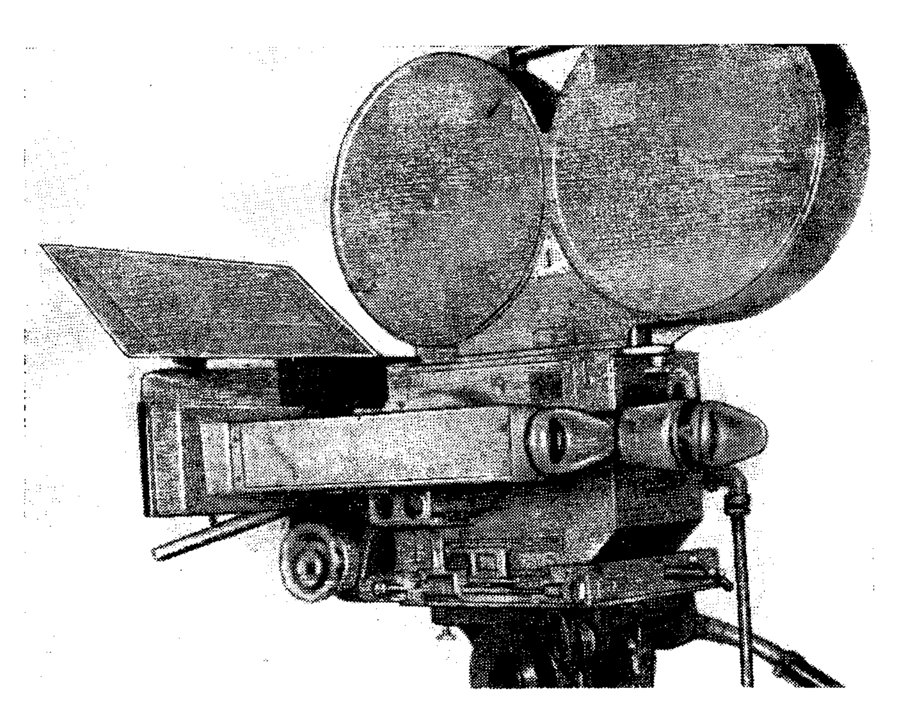


Рис. 110. Киносъемочный широкоформатный аппарат 70-КСК

также для съемки фонов и других кадров, используемых как элементы комбинированного кинематографического изображения. Аппарат разработан коллективом конструкторов МКБК под руководством Г. А. Шмидта.

Основные технические показатели аппарата приведены в табл. 22.

Таблица 22

Основные технические показатели киносъемочного аппарата типа 70-КСК

Ширина применяемой пленки	70 *мм*
Размер кадрового окна	23 × 50 *мм*
Частота съемки	До 90 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Дисковый — обычный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 160°
Тип грейфера	Четырехзубый — по 2 зуба с каждой стороны
Контргрейфер	Подвижной двухзубый
Точность стояния кадра	0,01 *мм*

Тип кассет и их емкость	Двойные на 300 *м* пленки и счетверенные по 150 *м*
Обратный ход	Имеется
Возможность покадровой съемки	С применением специального электродвигателя
Механизм наплыва	Приставной — полуавтоматический
Тип привода	Электродвигатель постоянного тока 24 *в*
Система визирования	Приставной оптический визир, лупа сквозной наводки
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	28, 40, 56, 75 и 100 *мм*
Тип светозащитного устройства	Жесткое — для объективов 28—40 *мм*, полужесткое — для объективов 56—100 *мм*
Способ крепления на штативе	Винтом 3/8″
Размеры: длина	700 *мм*
Размеры: высота	543 *мм*
Размеры: ширина	480 *мм*
Вес	41 *кг*

Механизм аппарата

Лентопротяжный механизм выполнен по схеме однопоточного транспортирования пленки (рис. 111). Из подающей части двойной кассеты пленка поступает на 40-зубый комбинированный транспортирующий барабан, к которому она прижимается эксцентриковой кареткой, обеспечивающей необходимое зацепление. После барабана, пройдя между двумя гладкими свободно вращающимися роликами, ограничивающими положение петли, пленка поступает в фильмовый канал, изогнутый в нижней части по траектории движения зубьев грейфера.

Прерывистое транспортирование пленки осуществляется четырьмя зубьями двухстороннего грейфера, продвигающего ее за один цикл на 5 перфораций, что соответствует шагу кадра, принятому в системе широкоформатного кинематографа. Точная фиксация положения пленки в момент экспонирования обеспечивается подвижным двухсторонним контргрейфером, один зуб которого заполняет перфорацию как в вертикальном направлении, так и в горизонтальном, а второй — только в вертикальном. По выходе из фильмового канала пленка вновь заходит на комбинированный зубчатый барабан и прижимается к нему второй эксцентриковой кареткой. При зарядке пленки между зубчатым барабаном и обеими сторонами фильмового канала сохраняются свободные петли, необходимые для нормальной работы грейферного механизма. После зубчатого барабана, огибая и оттягивая гладкий ролик на рычаге электрической блокировки, пленка уходит в приемную часть кассеты.

В аппарате применен грейферный механизм кулачкового типа, усовершенствованный на основе работ, осуществленных в НИКФИ.

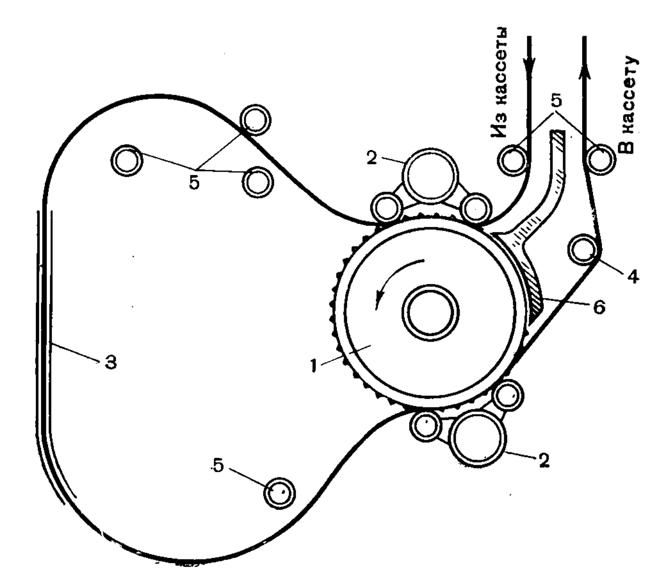


Рис. 111. Схема хода пленки в аппарате 70-КСК:
1 — зубчатый барабан, *2* — прижимные каретки, *3* — фильмовый канал, *4* — ролик блокировки, *5* — направляющие ролики, *6* — пленкосниматель

Он ведет пленку четырьмя зубьями, что позволяет уменьшить нагрузку на межперфорационные промежутки, достигающую значительной величины при большой частоте съемки. Механизмы грейфера и контргрейфера сочленены так, что в течение всего цикла работы в перфорациях находятся зубья одного из них, чем исключается возможность случайного смещения пленки. Для зарядки пленки в фильмовый канал контргрейфер выводится из рабочего положения специальной ручкой, а грейфер — соответствующей установкой механизма аппарата. Конструкция фильмового канала и грейферного механизма допускает возможность съемки при прямом и обратном движении пленки. Однако при обратном движении съемка может производиться с частотой не более 24 *кадр/сек*.

Отличительной особенностью грейферного механизма этого аппарата является возможность изменять в известных пределах величину шага грейфера и тем самым обеспечивать нормальную

работу на повышенной частоте при пленках с различной усадкой в пределах до 0,2%.

Грейферный механизм, контргрейфер и фильмовый канал аппарата собраны на одном общем плато, что гарантирует точное сохранение взаимного положения всех элементов и позволяет производить их сборку и регулировку вне камеры. Передняя рамка канала легко вынимается для периодической чистки в процессе съемок.

Конструкции фильмового канала и грейферного механизма позволяют без специальной перерегулировки пропускать в зависимости от характера работы одну или две пленки. Съемка с двумя пленками на повышенной частоте не производится.

В аппарате применен дисковый обтюратор с переменным углом открытия, величина которого может изменяться вручную как предварительно, так и во время съемки. Выполнение наплывов возможно с применением специального приставного механизма, автоматически изменяющего угол открытия обтюратора. Величина угла регулируется за счет поворота одного сектора обтюратора относительно другого. Основной сектор жестко закреплен на полом валу механизма аппарата, а дополнительный, изменяющий угол открытия, на проходящей внутри вала оси. Вал и проходящая в нем ось вращаются вместе, но при помощи специального устройства их взаимное положение может в необходимых пределах изменяться. Нужная величина угла открытия обтюратора устанавливается по шкале, помещенной на задней стенке аппарата. Для наглядного наблюдения за изменением угла обтюратора во время работы на обратных концах вала и проходящей в нем оси помещены сектора обтюратора, аналогичные рабочим, видимые через специальное окно в корпусе камеры.

Как видно из кинематической схемы (рис. 112), приводной электродвигатель через имеющийся в нем редуктор с отношением 2 : 3 соединяется с валом грейферного механизма, на котором находится маховик, обеспечивающий равномерность вращения при переменной нагрузке, создаваемой грейфером. От этого же вала через одну пару шестерен передается движение эксцентрику контргрейфера, а через вторую — винтовую — главному обтюраторному валу аппарата, от которого, в свою очередь, через червячную пару приводится в движение ось комбинированного зубчатого барабана и осуществляется передача на шкив наматывателя кассет и счетчик пленки.

Специальная блокировка позволяет включить электродвигатель только после правильного выполнения всех подготовительных операций. Аппарат не может быть включен, если: прижимные каретки не находятся в нормальном положении, контргрейфер выведен из фильмового канала, механизм переведен в положение фокусирования по ма́товому стеклу, не закрыта крышка аппарата или недостаточно натяжение пленки на участке между зубчатым

барабаном и приемной кассетой. Кроме того, система блокировки остановит аппарат при окончании пленки в кассете.

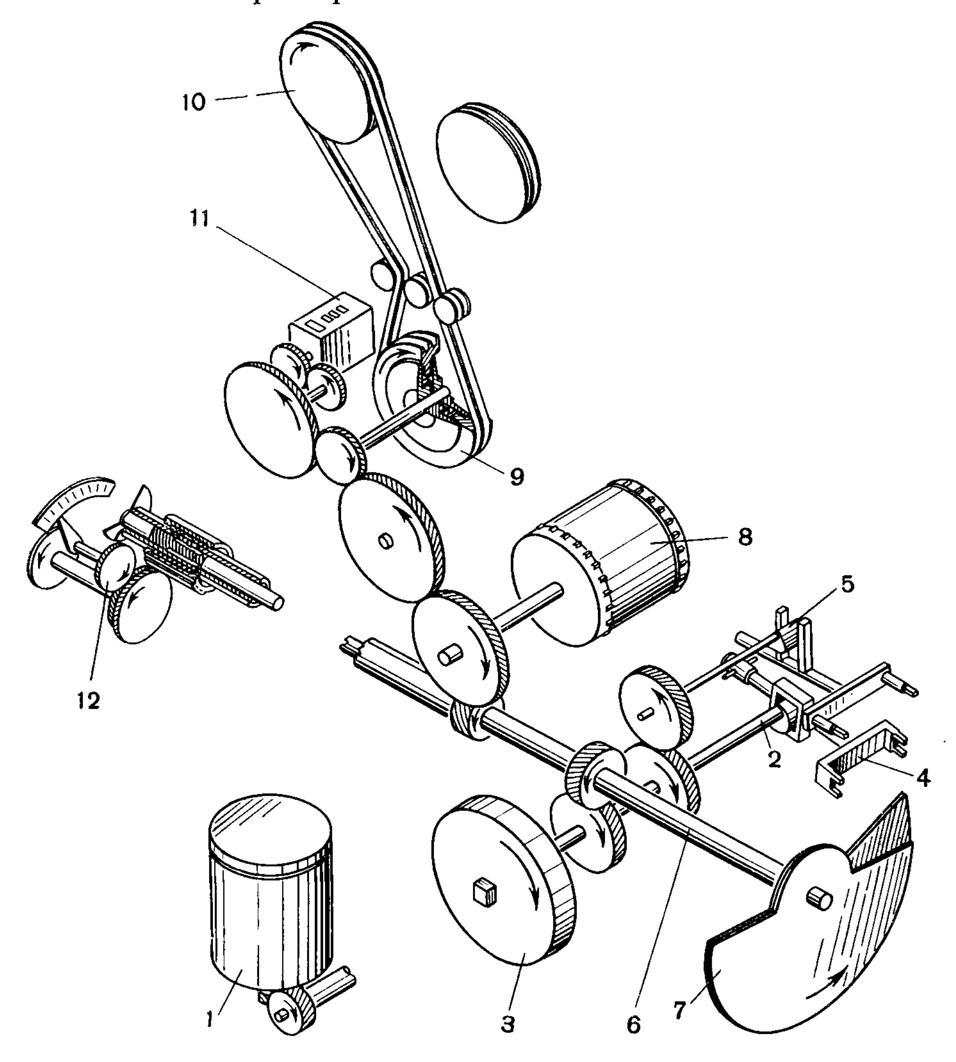


Рис. 112. Кинематическая схема аппарата 70-КСК:

1 — приводной электродвигатель, *2* — вал грейферного механизма, *3* — маховик, *4* — грейфер, *5* — эксцентрик контргрейфера, *6* — главный обтюраторный вал, *7* — обтюратор, *8* — комбинированный зубчатый барабан, *9* — шкив привода наматывателя, *10* — шкив на кассете, *11* — счетчик метров пленки и количества кадров, *12* — механизм управления углом открытия обтюратора

Для скоростных съемок аппарат снабжается двойными кассетами емкостью 300 *м* пленки, имеющими светоизолированные

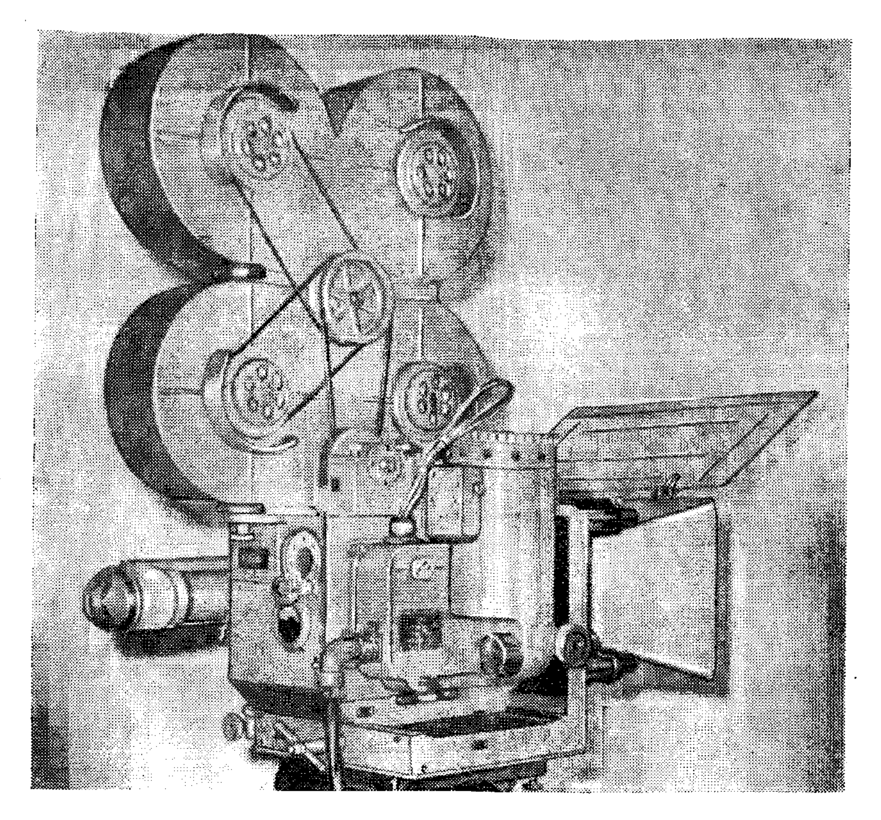


Рис. 113. Киносъемочный аппарат 70-КСК со счетверенной кассетой

друг от друга подающее и приемное отделения. Обе половины кассеты закрываются завинчивающимися на резьбе крышками, а вывод пленки производится через световой лабиринт, состоящий из трех оклеенных бархатом роликов, два из которых стоят на подпружиненных подшипниках и прижимаются с постоянным давлением к третьему. При прохождении пленки эти ролики свободно вращаются, не нанося повреждений пленке, и вместе с тем исключают возможность проникновения света.

Зарядка и разрядка кассет упрощается применением разжимных бобин, диаметр которых уменьшается для свободного надевания или снятия рулона пленки. Предусмотрена также возможность установки стандартных пленочных сердечников.

Оси наматывателей в приемной и подающей частях кассет приводятся в движение через фрикционные соединения и обгонные муфты ременной передачей со шкива на механизме аппарата. При обратной съемке производится переброска ремня со шкива приемной части на шкив подающей.

Съемки с одновременным транспортированием двух пленок возможны со специальной счетверенной кассетой, имеющей четыре отделения — два подающих, емкостью по 150 *м*, и, соответственно, два приемных той же вместимости. Конструктивно счетверенная кассета выполнена аналогично двойным (рис. 113).

Привод аппарата осуществляется от электродвигателя постоянного тока типа 25М-14 мощностью 220 *вт* на напряжение 24 *в*, питающегося от аккумуляторной батареи емкостью 60 *А/час*. Включение производится через питающее устройство, в котором расположены пусковые реле и переменные сопротивления, обеспечивающие плавный пуск аппарата и регулировку частоты съемки в пределах от 12 до 90 *кадр/сек*. Частота съемки контролируется по тахометру, отградуированному в количестве кадров в секунду и находящемуся непосредственно на электродвигателе.

Нормальная работа механизма аппарата при низкой окружающей температуре обеспечивается электроподогревателем, помещенным в корпусе камеры и получающим питание от той же аккумуляторной батареи.

Объективы и система визирования

В комплект аппарата входят объективы с фокусными расстояниями 28, 40, 56, 75 и 100 *мм*, смонтированные в индивидуальных переходных оправах байонетного типа. Перемещение объективов для наводки на фокус производится при помощи механизма фокусирования, управляемого любой из трех ручек, расположенных на корпусе аппарата. При установке каждого объектива в гнездо зубчатки на его переходной оправе сочленяются с механизмом фокусирования по специальным отметкам. Величина действующего отверстия регулируется вращением диафрагменного кольца на переходной оправе каждого объектива.

Наводка на резкость может производиться по шкале дистанций, индивидуальной для каждого объектива и нанесенной на его оправе, и визуально — по изображению на матовом стекле или пленке, при помощи лупы сквозной наводки. В конструкции аппарата предусмотрена возможность перемещения всего механизма и отдельных элементов в системе лупы, что позволяет рассматривать изображение непосредственно на пленке или вводить вместо нее матированную поверхность коллективной линзы. На рис. 114 приведены схемы приставных визиров и системы сквозной наводки в положении, соответствующем рассматриванию изображения на пленке. Съемочный объектив строит на пленке в кадровом окне фильмового канала изображение, которое рассматривается в лупу через прикадровую линзу и две прямоугольные призмы, служащие для изменения направления хода лучей. В случае рассматривания изображения на матовом стекле вместо пленки перемещением механизма аппарата вводится матированная плоская поверхность

коллективной линзы. Вторая прямоугольная призма отводится в положение, показанное пунктиром. Одновременно выводится из хода лучей и компенсатор, служащий для обеспечения нормальной работы лупы при разной длине хода лучей, в случае наблюдения за изображением на пленке и на матовом стекле.

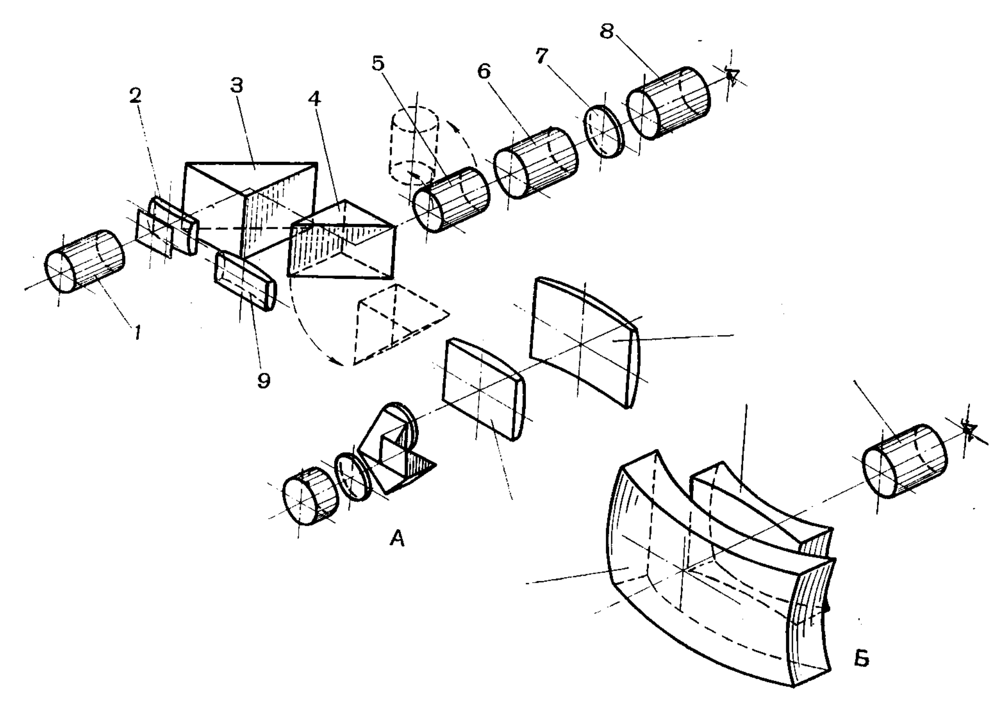


Рис. 114. Оптическая схема системы сквозной наводки и приставных визиров киносъемочного аппарата 70-КСК:

1 — съемочный объектив, *2* — прикадровая линза, *3* — первая прямоугольная призма, *4* — вторая прямоугольная призма, *5* — компенсатор, *6* — объектив лупы, *7* — линза, *8* — окуляр, *9* — коллективная линза с матированной поверхностью. *А* — визир проекционного типа. *Б* — визир телескопический

Примененная в аппарате лупа позволяет получить 3×-увеличение всей площади кадра при наблюдении на пленке и на матовом стекле. Кроме того, в положении, соответствующем матовому стеклу, когда выведен компенсирующий элемент, перемещением объектива лупы вперед можно повысить кратность увеличения до 6 и тем самым улучшить условия фокусирования. Однако при этом в поле зрения лупы остается только центральная часть кадра. Уменьшение яркости изображения при избытке света достигается введением в систему лупы нейтрально-серых светофильтров плотностью 0,6 и 1,5. Регулировка лупы по глазу оператора предусмотрена в пределах $\pm$ 5Д путем перемещения окуляра.

Наблюдение за композиционным построением кадра во время съемки производится при помощи приставных оптических визиров, устанавливаемых на дверце аппарата с левой стороны. Один из визиров используется только с наиболее широкоугольным съемочным объективом, имеющим фокусное расстояние 28 *мм*. Это визир телескопического типа для наблюдения одним глазом из строго фиксированного положения. Второй визир — проекционного типа—применяется со всеми остальными объективами. При объективах с фокусными расстояниями 40 и 56 *мм* на него надевается дополнительная насадка для увеличения угла зрения. Рассматривать изображение можно двумя глазами из произвольного положения. Оба визира дают прямое увеличенное изображение.

Одновременно с фокусированием съемочного объектива автоматически исправляется горизонтальный параллакс визира для дистанции наводки, а также фокусируется объектив визира проекционного типа. Телескопический визир не требует перефокусирования для различных дистанций наводки. При работе с дополнительной насадкой объектив визира автоматически не фокусируется и его наводку на заданную дистанцию производят вручную. При замене одного съемочного объектива на другой необходимо, соответственно, изменить и положение кашет, ограничивающих поле зрения визира проекционного типа, перемещая их при помощи специальных ручек до положения, соответствующего фокусному расстоянию используемого съемочного объектива.

Светозащитные устройства

Предохранение съемочных объективов от посторонней засветки обеспечивается двумя сменными светозащитными устройствами. Одно из них, жесткого типа, предназначено для объективов с фокусными расстояниями 28 и 40 *мм*. Второе — полужесткое — для объективов с фокусными расстояними 56, 75 и 100 *мм*. Оба светозащитных устройства крепятся к специальному кронштейну на передней части аппарата. Светозащитные устройства имеют специальные держатели, допускающие одновременную установку перед объективом одного, двух и трех светофильтров.

II. АППАРАТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ ФИЛЬМОВ ПО МЕТОДУ КИНОПАНОРАМЫ

Особенность метода кинопанорамы, в первую очередь, состоит в том, что для получения больших углов зрения съемка производится одновременно на три 35-*мм* кинопленки тремя отдельными объективами. На каждой из трех пленок располагаются части общего изображения, совмещаемые в одно целое при проекции

на экран. Использование трех пленок позволяет, кроме того, получить такую общую площадь изображения, при которой проекция на экраны больших размеров может осуществляться без излишних увеличений, вызывающих заметное ухудшение резкости.

Необходимость совмещения на проекционном экране трех отдельных изображений при малой заметности стыков предъявляет особые требования к используемым при съемке оптическим системам. Наилучшие условия невидимости стыков, как показал опыт, обеспечиваются в том случае, когда в местах соединения частей изображения, находящихся на отдельных пленках, происходит частичное наложение одного изображения на другое. Для этого в совмещаемых зонах должны располагаться изображения одних и тех же участков пространства. Наложение при проекции этих участков друг на друга позволяет получить сплошное непрерывное изображение. Таким образом, взаимно перекрываются правая часть левого и левая часть центрального изображений, а также правая часть центрального и левая часть правого.

Накладываемые при проекции друг на друга участки занимают на пленке полосу шириной всего около 1 *мм*. При проекции эти участки будут иметь повышенную относительно всей остальной поверхности изображения яркость за счет сложения освещенностей, создаваемых двумя проекционными аппаратами. Устранение этого дефекта обеспечивается дополнительным экспонированием на специальном приспособлении совмещаемых участков панорамных фильмокопий. Таким образом, добавочная плотность в позитиве позволяет получать при проекции постепенное уменьшение яркости каждого частичного изображения на совмещаемых краях. Характер изменения плотности на этих участках должен быть таким, чтобы суммарная яркость в местах стыков, являющаяся результатом сложения яркостей двух изображений, была постоянной и не отличалась от яркости остальной части кадра.

В негативе на смежных пленках в зонах, перекрывающих друг друга, должны находиться совершенно одинаковые участки изображения без какого-либо параллакса, разномасштабности или деформации. Однако эти условия полностью соблюсти практически невозможно, и они большей частью выполняются только для предметов, находящихся на дистанции наводки объективов киносъемочного аппарата. Для других расстояний степень соблюдения этих требований зависит от выбранной конструктором оптической схемы аппарата, величины фокусного расстояния объективов и наличия специальных компенсирующих устройств. Наибольшее приближение к оптимальным результатам достигается в случае применения короткофокусных объективов. В киносъемочных аппаратах со сменными объективами различных фокусных расстояний остаточные ошибки для длиннофокусных объективов достигают значительной величины даже при наличии в аппарате компенсирующих устройств и должны учитываться оператором при проведении съемки. Рациональная организация кадра почти во всех случаях позволяет сделать их незаметными для зрителей.

Для обеспечения необходимого качества совмещения панорамных изображений в зоне стыков к юстировке оптической системы любого панорамного киносъемочного аппарата предъявляются



Рис. 115. Расположение изображений в негативе на трех пленках в панорамной системе кинематографа

требования, определяемые Норм-кино 106-59 «Негативы панорамных кинофильмов на трех пленках. Расположение изображения». Эта нормаль устанавливает положение отдельных частей изображения на каждой из трех 35-*мм* негативных пленок. Она же предусматривает, что оптическая система панорамного киносъемочного аппарата (с объективами 27 *мм*) должна юстироваться так, чтобы получаемые негативные изображения предметов, находящихся на расстоянии 5 *м*, соответствовали рис. 115 с установленными допусками. Разность расстояний до изображения одинаковых точек тех же предметов на двух смежных пленках от соответствующих перфораций, по которым производится фиксация положения пленки контргрейфером аппарата, в поперечном направлении должна составлять 23,6 *мм* с отклонениями, не превышающими $\pm$ 0,05 *мм*:

$$A_1 - A_2 = 23{,}6 \pm 0{,}05 \text{ мм и } B_1 - B_2 = 23{,}6 \pm 0{,}05 \text{ мм}.$$

Одноименные точки изображения на двух смежных пленках в вертикальном направлении должны находиться на одинаковых расстояниях от перфорационных отверстий, фиксируемых контргрейфером киносъемочного аппарата. Допустимая разность расстояний не должна быть больше 0,01 *мм*:

$$C_1 = C_2 \pm 0{,}01 \text{ мм и } D_1 = D_2 \pm 0{,}01 \text{ мм}.$$

1. Киносъемочный аппарат «Панорама» (модель ПСО)

Аппарат «Панорама» может применяться для синхронных и немых съемок при постановке панорамных фильмов. Эта модель имеет набор сменных объективов различных фокусных расстояний, что позволяет применять ее для съемки общих, средних и крупных планов. Известная сложность панорамного метода, при котором съемка производится одновременно на три пленки, не позволяет создать легкие ручные аппараты и другие специализированные камеры для различных видов съемок, как это осуществляется

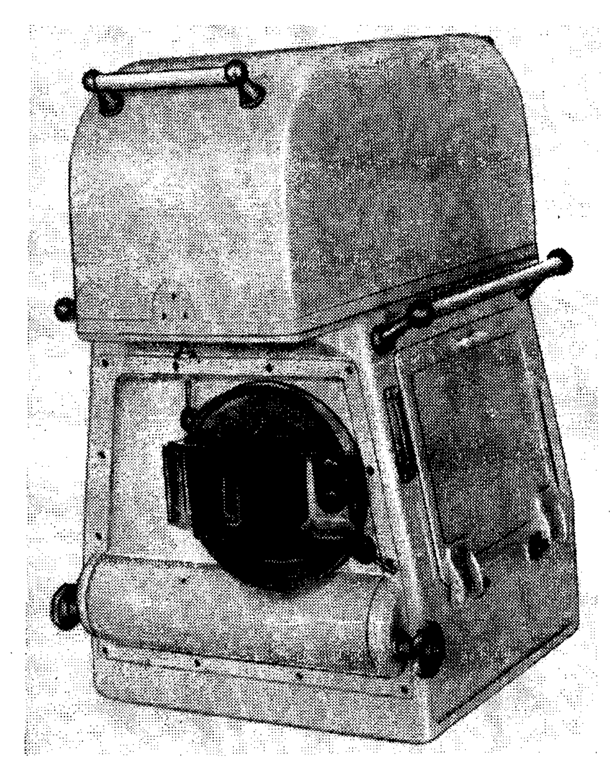


Рис. 116. Киносъемочный аппарат «Панорама» (модель ПСО)

в однопленочных системах кинематографа. В результате камера для панорамных съемок должна быть возможно более универсальной и пригодной для различных случаев использования.

Киносъемочный аппарат «Панорама» (рис. 116), разработанный в НИКФИ под руководством Н. Д. Бернштейна, является наиболее совершенным и универсальным из всех аппаратов, предназначенных для съемки панорамных фильмов. Только благодаря его применению оказалась возможной постановка художественных панорамных фильмов, впервые осуществленная в СССР. На Таллинской киностудии этим аппаратом был снят первый в истории кинематографии художественный панорамный фильм «Озорные повороты». Съемка этой сложной в изобразительном отношении картины показала, что «Панорама» удовлетворяет всем основным требованиям, предъявляемым к аппарату современными условиями киносъемки. Со специальным звукозаглушающим боксом он может применяться для съемки синхронных кадров, а без него —

Таблица 23

Основные технические показатели киносъемочного аппарата «Панорама» (модель ПСО)

Ширина применяемой пленки	3 пленки по 35 *мм*
Размер кадрового окна	Три окна размером 24,4×28,3 *мм*
Частота съемки	25 *кадр/сек* с возможностью изменения от 8 до 40 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Дисковый — обычный
Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 0 до 170°
Тип грейфера	Двухсторонний — четырехзубый на каждую из трех пленок
Контргрейфер	Двухзубый — подвижной на каждую из трех пленок
Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Наружные двойные на три рулона пленки по 300 *м*
Наличие обратного хода	Только для отмотки пленки
Возможность покадровой съемки	Отсутствует
Механизм наплыва	С ручным управлением
Тип привода	Электродвигатели переменного и постоянного тока
Система визирования	Специальный оптический визир
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	27, 35, 50, 75 и 100 *мм*
Тип светозащитного устройства	Светозащитная заслонка
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8$″
Размеры: длина	655 *мм*
Размеры: высота	665 *мм*
Размеры: ширина	365 *мм*
Вес	Около 55 *кг*

во всех остальных случаях. Быстросменные оптические блоки с объективами различных фокусных расстояний от 27 до 100 *мм* позволяют оператору без труда переходить от съемки крупных планов к средним и общим. Основные технические показатели аппарата приведены в табл. 23.

Механизм аппарата

Механизм аппарата, несмотря на одновременное транспортирование трех пленок, достаточно прост по своей конструкции, что объясняется выбранной для метода кинопанорамы частотой съемки

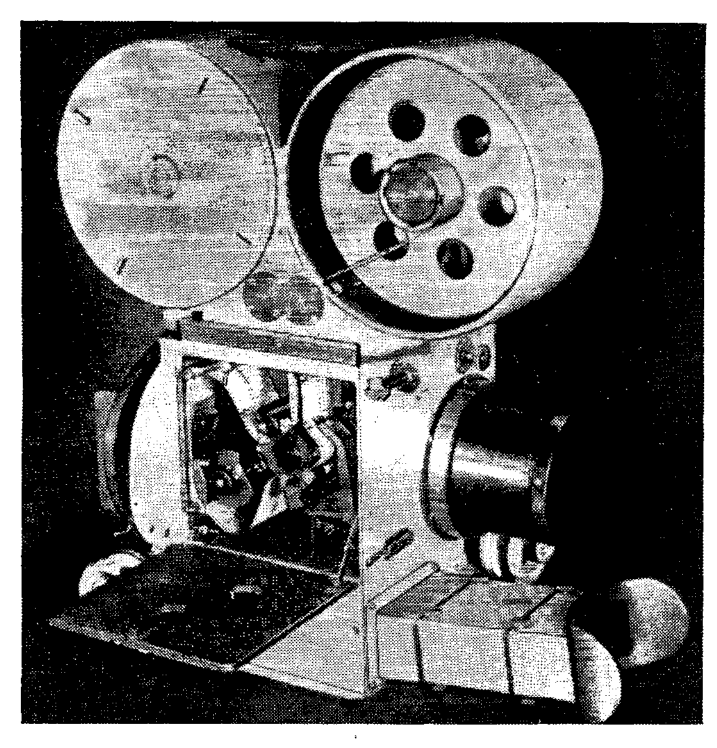


Рис. 117. Путь прохождения пленок и их взаимное расположение в киносъемочном аппарате «Панорама»

и показа кинофильмов в 25 *кадр/сек*, а также примененного конструкторами расположения всех пленок в одной плоскости. Частота съемки 25 *кадр/сек* позволила отказаться от высокооборотного редуктора с отношением 24 : 25 между валом синхронного электродвигателя, делающего 1500 *об/мин* и главным валом аппарата, а расположение всех пленок в одной плоскости— применить один

общий грейферный механизм, снабдив его шестью парами зубьев для одновременного протягивания трех пленок. Путь прохождения пленок в аппарате виден на рис. 117.

Равномерное транспортирование пленок осуществляется тремя одинаковыми 32-зубыми барабанами, сидящими на общей оси, приводимой в движение от главного вала аппарата через червячную пару с отношением 3 : 16. Передача движения на вал грейферного механизма также осуществляется от главного вала через винтовую зубчатую передачу с отношением 1 : 1. Диск обтюратора

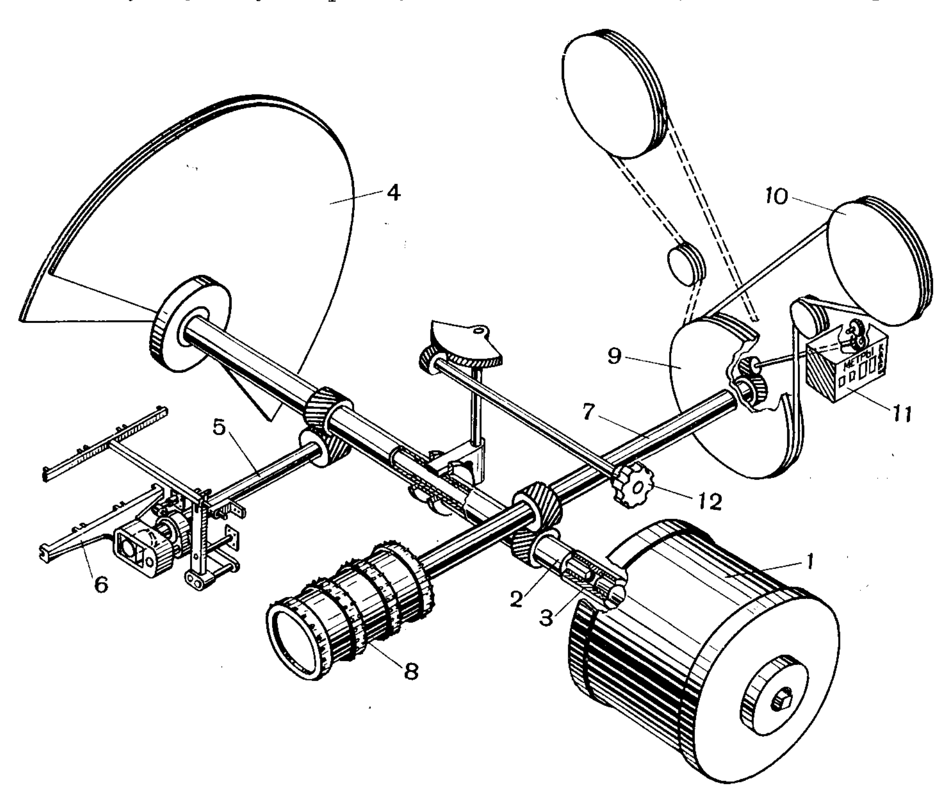


Рис. 118. Кинематическая схема аппарата «Панорама»:

1 — электродвигатель, *2* — обтюраторный вал, *3* — соединительная муфта, *4* — обтюратор, *5* — вал грейфера, *6* — грейфер, *7* — ось зубчатых барабанов, *8* — зубчатые барабаны, *9* — шкив привода наматывателей пленки, *10* — шкив на кассете, *11* — счетчик, *12* — ручка механизма изменения угла открытия обтюратора

крепится непосредственно на главном валу. Вращение наматывателей пленки в кассете аппарата производится при помощи двух параллельных приводных ремней от шкива, сидящего на оси зубчатых барабанов. На ней же находится червяк, передающий вращение на валик счетчика метров и кадров.

Как видно из рис. 118, кинематическая схема механизма чрезвычайно проста, что обеспечивает надежность работ и относительно низкий уровень шума. При измерении на расстоянии двух метров от передней стенки аппарата уровень шума не превышает 55 *дб* относительно порога слышимости (без звукозаглушающего бокса).

Протягивание всех пленок в фильмовом канале одним грейферным механизмом и фиксация их положения общим контргрейфером создают наиболее благоприятные условия для обеспечения устойчивости изображения, что особенно важно при съемке панорамных фильмов, когда изображение располагается на трех отдельных пленках. Зубья грейфера, протягивающие пленку на 6 перфораций за один цикл, размещены на общей для всех пленок вилке. Каждая пленка продвигается четырьмя грейферными зубьями, входящими в перфорации по два с каждой стороны.

Точная фиксация положения пленок во время экспонирования обеспечивается общим контргрейферным устройством подвижного типа, имеющим шесть зубьев, по два на каждую пленку. Из каждой пары зубьев один заполняет перфорацию по высоте и по ширине, а второй — только по высоте. Такая система обеспечивает хорошую устойчивость изображения в вертикальном и горизонтальном направлениях, а также строгое постоянство взаимного положения пленок относительно друг друга.

По конструкции грейферный механизм аппарата «Панорама» аналогичен механизмам синхронных аппаратов других типов и выполнен по кривошипно-кулисной схеме с усилением подвижных деталей, в расчете на протягивание трех пленок. Узел грейферного механизма вместе с фильмовым каналом оформлен в виде съемного элемента. Для удобства чистки канала и зарядки пленок передние салазки сделаны откидными. При закрывании автоматически обеспечивается точная фиксация их положения.

Для маркировки пленок, необходимой при следующем монтаже, на горизонтальных кромках кадровых окон имеются углубления треугольной формы, по количеству соответствующие номеру пленки. При этом нумерация пленок в съемочном аппарате соответствует принятой нумерации экранов при панорамной проекции — слева направо, исходя из положения зрителя.

Оптическая система аппарата

Оптическая система «Панорамы»— наиболее сложная из всех, встречавшихся до сего времени в киносъемочной аппаратуре. Она позволяет применять для каждого фокусного расстояния отдельные оптические блоки, состоящие из съемочных объективов, объективов визирующего устройства и специальных насадок. В комплект входит пять таких блоков с объективами, имеющими фокусные расстояния 27, 35, 50, 75 и 100 *мм*. Общие углы поля изображения равны для этих объективов 144, 104, 81, 55 и 41°. Каждый

блок состоит из трех съемочных объективов одного фокусного расстояния, трех визирующих объективов того же фокусного расстояния и призменной или зеркальной насадки. Для компенсации параллаксов изображений, даваемых отдельными объективами, в конструкции каждого из блоков имеется автоматически действующее устройство, связанное с механизмом фокусирования. Оно смещает в поперечном направлении крайние объективы блоков с фокусными расстояниями 27, 35 и 50 *мм* или изменяет углы наклона отражающих поверхностей зеркальной насадки у блоков с объективами, имеющими фокусные расстояния 75 и 100 *мм*.

На рис. 119 приведена схема блока с объективами 35 *мм*, которая соответствует также блокам с объективами 27 и 50 *мм* с призменными насадками. На рис. 120 дана схема зеркальной насадки с объективами 100 *мм*. Как видно из схем, у блоков скороткофокусными объективами, снабженных призменными системами, соответствующие призмы располагаются перед каждым из объективов моноблока. При этом призмы перед крайними объективами служат для изменения в пространстве направления оптической оси системы объектив — призма, а перед средним — только для уравнивания длины пути света в стекле у всех трех объективов. В моноблоках с зеркальными насадками в этом нет необходимости.

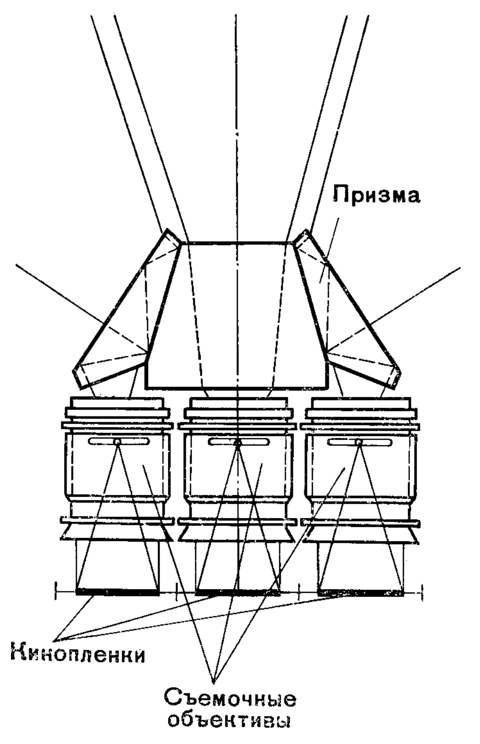


Рис. 119. Схема блока объективов с фокусными расстояниями 35 *мм* для аппарата «Панорама»

Наблюдение за снимаемым изображением производится при помощи специальной визирующей системы, общая схема которой показана на рис. 121 применительно к моноблоку с объективами 35 *мм*. Объективы визирующей системы, имеющие, соответственно, те же фокусные расстояния, что и съемочные, объединены с ними конструктивно в общий моноблок и расположены за теми же призменными или зеркальными насадками. Каждый из трех визирных объективов строит в плоскости матированной поверхности соответствующей ему первой коллективной линзы такие же изо-

бражения, какие строятся съемочными объективами в плоскости пленки. За каждой по ходу света парой коллективных линз распо-

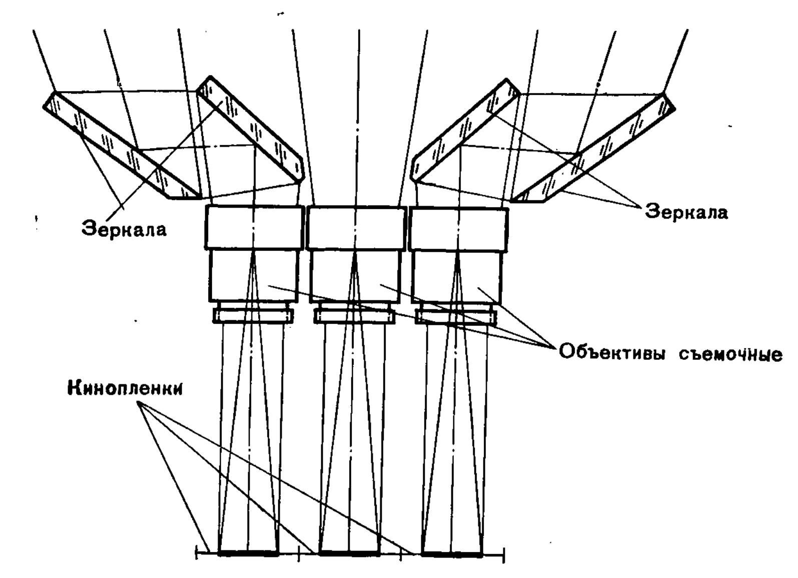


Рис. 120. Схема блока с зеркальной насадкой и объективами 100 *мм* для аппарата «Панорама»

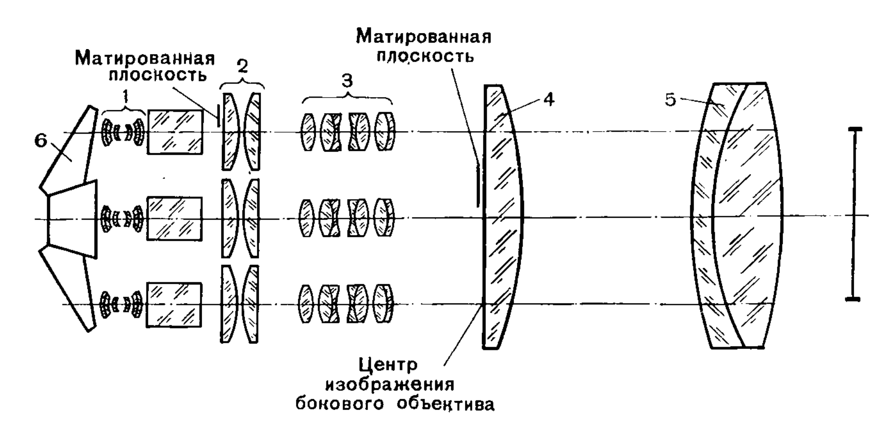


Рис. 121. Схема визирующего устройства аппарата «Панорама»:
1 — объективы визира, *2* — двухлинзовый коллектив, *3* — промежуточные постоянные объективы, *4* — общая коллективная линза, *5* — окуляр, *6* — призменная насадка, общая для объективов визира и съемочных

ложен свой промежуточный объектив, проецирующий изображение с матовой поверхности коллектива на первую — матированную — поверхность общей большой линзы. На этой поверхности,

как на проекционном экране, складываются три отдельных изображения. Полученное общее изображение рассматривается оператором через окуляр визира. В моноблоке с объективами, имеющими фокусное расстояние 27 *мм*, для увеличения яркости видимого в визире изображения, первые поверхности коллективных линз не матированы. Так как объективы визирующей системы в каждом моноблоке расположены непосредственно под соответствующими съемочными объективами, то изображение, видимое в визире, свободно от параллактических ошибок в горизонтальной плоскости, но имеет вертикальный параллакс, определяемый расстоянием между оптическими осями соответствующих пар съемочных и визирных объективов. Исправление его для плоскости наводки производится автоматически при фокусировании на заданную дистанцию во всех моноблоках, кроме имеющего объективы с фокусным расстоянием 27 *мм*. У этого блока исправление параллакса не предусмотрено из-за его незначительной величины.

В аппарате «Панорама» по конструктивным соображениям нельзя было расположить все элементы визирующей системы в одной плоскости, как это для упрощения показано на схеме. Вследствие этого возникла необходимость двукратного изменения направления оптической оси. Сразу после объектива визира помещена прямоугольная призма, изменяющая на 90° направление оптической оси, а между промежуточным объективом и общей коллективной линзой находится зеркало наружного серебрения, второй раз изменяющее направление. Такое решение оптической схемы системы визирования позволило обойти конструктивные элементы съемочного аппарата и вывести окулярную часть в удобное для оператора место.

Элементы оптической системы, входящие непосредственно в каждый моноблок, являются сменными. Остальные же находятся в аппарате и используются с блоками любых фокусных расстояний. Фокусирование объективов каждого моноблока — трех съемочных и трех визирных — производится одновременно рукояткой на съемочном аппарате по шкале дистанций каждого моноблока или по резкости изображения, видимого в окуляре визира. Механизм фокусирования позволяет выполнять наводку на расстояния от 1 *м* до ∞. Диафрагмирование трех съемочных объективов также выполняется одновременно общей ручкой. Объективы системы визирования диафрагм не имеют, что позволяет во всех случаях видеть наиболее яркое изображение и точнее определять положение соответствующее наибольшей резкости. Во всех пяти моноблоках аппарата применены специально изготовленные для этой цели съемочные и визирные объективы.

В блоке № 1 — съемочные объективы ОКС1-27-1 с фокусным расстоянием 27 *мм* и относительным отверстием 1 : 3; визирные — ОКВ1-27-1 с тем же фокусным расстоянием и относительным отверстием.

В блоке № 2 — съемочные объективы ОКС6-35-1 с фокусным расстоянием 35 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8; визирные — ОКВ1-35-1 с тем же фокусным расстоянием и относительным отверстием 1 : 3,2.

В блоке № 3 — съемочные объективы ОКС5-50-1 с фокусным расстоянием 50 *мм* и относительным отверстием 1 : 2,8; визирные — ОКВ1-50-1 с тем же фокусным расстоянием и относительным отверстием.

В блоке № 4 — съемочные объективы ОКС3-75-1 с фокусным расстоянием 75 *мм* и относительным отверстием 1 : 3,2; визирные ОКС3-75-2 с тем же фокусным расстоянием и относительным отверстием.

В блоке № 5 — съемочные объективы ОКС3-100-1 с фокусным расстоянием 100 *мм* и относительным отверстием 1 : 4, визирные ОКС3-100-2 с тем же фокусным расстоянием и относительным отверстием.

Конструкция оправ всех блоков обеспечивает возможность быстрой и точной установки в аппарат, что позволяет во время съемки переходить от одного фокусного расстояния к другому без лишней потери времени, как и при съемке обычных фильмов.

Кассеты

В аппарате применены двойные кассеты, вмещающие по три 300-*м* рулона пленки каждая (рис. 122). Рулоны негативной пленки без перемотки закладываются в подающую часть кассеты со своими стандартными сердечниками. Каждый из трех сердечников отдельных рулонов пленки надевается на самостоятельную втулку с подпружиненной шпонкой, сидящую фрикционно на неподвижной оси. При зарядке пленки между отдельными рулонами закладываются разделительные диски из нержавеющей стали.

Подающая и приемная части кассет закрываются завинчивающимися крышками, имеющими в центре внутренней поверхности опорные втулки для концов осей. В приемной части кассеты намотка пленок производится на специальные разжимные бобышки, установленные на отдельные втулки, каждая из которых приводится в движение через самостоятельное фрикционное устройство с раздельной регулировкой.

Устья кассет снабжены кулачковыми светозащитными замками, автоматически открывающимися при установке на аппарат и закрывающимися при снятии.

Для обратной отмотки пленок из приемной части кассеты в подающую, что бывает необходимо при съемке с двойной экспозицией, на выведенный наружу конец оси подающей части кассеты устанавливается специальный шкив, а на корпус аппарата — дополнительный кронштейн с натяжным роликом и приводные ремни перебрасываются с приемной половины кассеты на подающую.

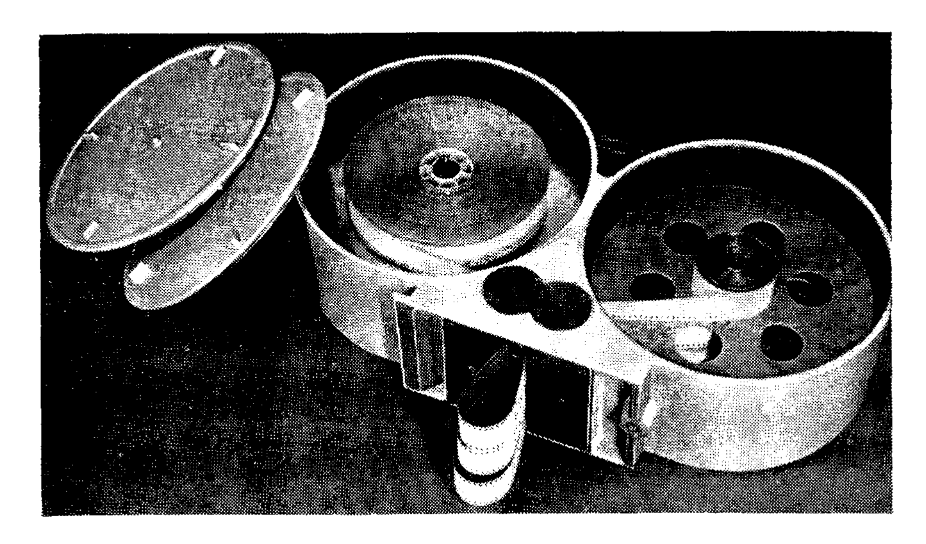


Рис. 122. Кассета киносъемочного аппарата «Панорама»

Отмотка осуществляется двигателем постоянного тока, переключенным на обратный ход, при скорости не выше 10—15 *кадр/сек*. Обратная перемотка может производиться также вручную, для чего предусмотрена специальная откидная рукоятка, при помощи которой освобождается неподвижная ось подающей части кассеты и осуществляется подмотка пленки при одновременном проворачивании механизма аппарата в обратную сторону.

Ввиду значительного веса каждой кассеты, заряжаемой в общей сложности 900 *м* пленки, кассеты снабжены специальными ручками для переноски. При упаковке кассеты укладывают в отдельные чемоданы.

Привод аппарата

Аппарат рассчитан на проведение различных видов съемок при постановке панорамных фильмов. В нем предусмотрена возможность работы от трехфазной сети переменного тока при синхронных съемках в павильонах и от переносных аккумуляторов на натуре. Соответственно, в комплект входят два сменных электродвигателя и два питающих устройства. Для привода аппарата при питании от сети переменного тока применяется синхронный электродвигатель типа 1М-64 мощностью 250—280 *вт* на валу, делающий 1500 *об/мин* при частоте переменного тока 50 *пер/сек*. Включение этого двигателя и других элементов киносъемочного аппарата в трехфазную сеть переменного тока напряжением 220 *в* производится через специальное питающее устройство.

При съемках на натуре и питании аппарата от аккумуляторов используется электродвигатель постоянного тока типа 25М-16 и специальное питающее устройство. Аккумуляторная батарея должна давать напряжение 24—30 *в* и иметь емкость, соответствующую разрядному току.

В обоих питающих устройствах кроме подачи необходимого напряжения на электродвигатели предусматривается возможность включения подогревателя аппарата для работы при пониженной окружающей температуре, лампы освещения шкалы фокусирования и цепей блокировки.

Схема питающего устройства переменного тока обеспечивает подачу в момент включения пониженного напряжения для плавного пуска аппарата. Это достигается введением в цепь питания двигателя дополнительных сопротивлений, автоматически закорачиваемых после достижения ротором номинального количества оборотов. Величина сопротивлений, вводимых в цепь питания электродвигателя, предварительно подбирается в соответствии с желаемым временем разгона. Замедленный пуск исключает возможность перегрузок, могущих привести к поломке отдельных деталей механизма аппарата. Питание лампы освещения шкалы и нагревательных элементов производится напряжением 26 *в* от понижающего трансформатора.

Включение и выключение аппарата осуществляется микровыключателем в цепи пускового реле. Напряжение питающей сети контролируется вольтметром в одной из фаз, а общая защита обеспечивается тремя плавкими предохранителями.

Схема питающего устройства постоянного тока позволяет осуществить плавный пуск аппарата и установить желаемую частоту съемки при помощи переменного сопротивления в цепи якоря электродвигателя.

На электродвигателе переменного тока имеется стробоскопическое устройство с неоновой лампочкой для определения синхронности хода, а на двигателе постоянного тока — тахометр, отградуированный в количестве *кадр/сек*, для контроля частоты съемки.

2. Панорамный киносъемочный аппарат СКП-1

Киносъемочный аппарат типа СКП-1 (рис. 123), предназначенный для съемки панорамных кинофильмов, разработан в НИКФИ В. И. Омелиным и выпущен заводом «Москинап» до универсального аппарата «Панорама». Особенность его конструкции — в применении широкоугольных объективов с фокусным расстоянием 27 *мм* без оптических насадок. Использование только короткофокусных объективов, обеспечивающих большую глубину резкости и оформленных в виде моноблока жесткой конструкции, надежно сохраняющего постоянство юстировки, делает аппарат удобным

для различных натурных съемок. Аппарат СКП-1 незаменим при съемках с автомобиля, глиссера или самолета, когда перефокусировка во время работы практически невозможна, а достаточный

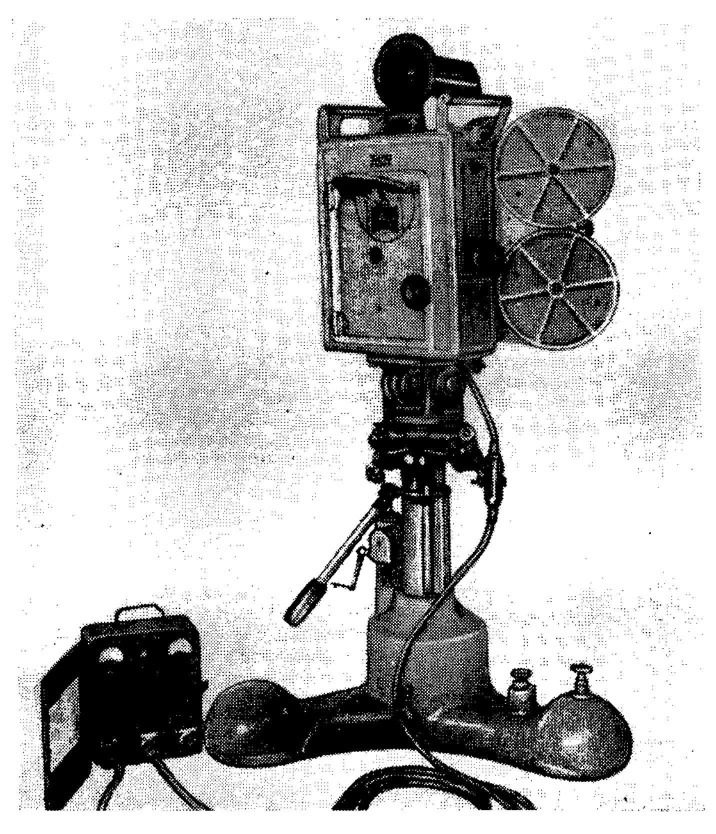


Рис. 123. Панорамный киносъемочный аппарат СКП-1

уровень освещения позволяет применять малые относительные отверстия объективов. Основные технические показатели аппарата приведены в табл. 24.

Таблица 24

Основные технические показатели киносъемочного аппарата СКП-1

Ширина применяемой пленки	Три по 35 *мм*
Размер кадрового окна	Три окна размером 24,4×28,3 *мм*
Частота съемки	25 *кадр/сек* и регулируемая 16 *кадр/сек*
Тип обтюратора	Дисковый—обычный

Пределы изменения угла открытия обтюратора	От 30 до 165°
Тип грейфера	Двухсторонний — четырехзубый — для каждой пленки
Контргрейфер	Подвижной — двухзубый для каждой пленки
Точность стояния кадра	0,01 *мм*
Тип кассет и их емкость	Двойные 3 шт. по 300 *м*
Обратный ход	Отсутствует
Возможность покадровой съемки	Отсутствует
Механизм наплыва	Отсутствует
Тип привода	Синхронный электродвигатель и двигатель постоянного тока
Система визирования	Приставной телемеханический визир
Фокусные расстояния объективов, входящих в комплект	27 *мм*
Тип светозащитного устройства	Козырек, защищающий от верхнего света
Способ крепления на штативе	Винтом $^3/_8''$
Размеры: длина	556 *мм*
Размеры: высота	760 *мм*
Размеры: ширина	829 *мм*
Вес	70 *кг*

Механизм аппарата

Выбор оптической схемы, состоящей из трех объективов без призменных или зеркальных насадок, стоящих под определенным постоянным углом относительно друг друга, предопределил необходимость применения в аппарате трех раздельных лентопротяжных трактов. Каждый из них расположен так, что пленки (при однопоточном движении) в соответствующих фильмовых каналах располагаются в плоскостях, перпендикулярных оптическим осям съемочных объективов. Соответственно, все три тракта в аппарате СКП-1 расположены веерообразно: один по отношению к другому под углом 48°, что наглядно видно по расположению наружных кассет (рис. 124).

Каждая из трех пленок из отдельной сдвоенной кассеты поступает на свой 32-зубый комбинированный транспортирующий барабан и прижимается к нему кареткой. После барабана пленка направляется в соответствующий фильмовый канал и вновь возвращается на тот же транспортирующий барабан и с него в при-

емную часть кассеты. В аппарате применены двойные наружные кассеты емкостью 300 *м*. Устья кассет автоматически закрываются при снятии их с аппарата. При заряженном аппарате и закрытых дверцах светозащитные замки кассет открываются, обеспечивая свободный проход пленок. В комплект аппарата входит девять

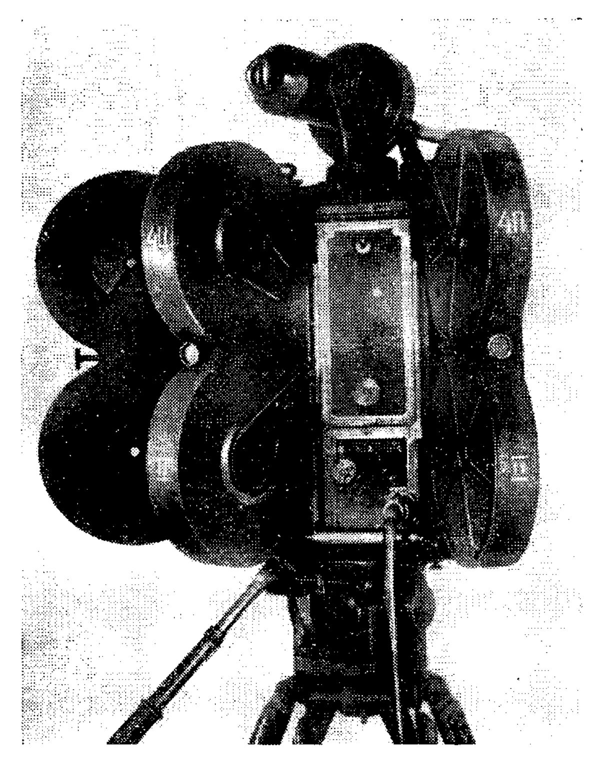


Рис. 124. Панорамный киносъемочный аппарат СКП-1

кассет, устанавливаемых по три одновременно. Каждые три кассеты обозначены общим порядковым номером комплекта и имеют дополнительную разметку: П — правая, Ц — центральная и Л — левая, определяющую место их установки на аппарате. В приемных частях кассет привод бобин для смотки пленки осуществляется при помощи пассиков, соединяющих шкивы на кассетах с соответствующими шкивами на аппарате. Последние фрикционно соединены с приводными валами, что обеспечивает необходимое изменение количества оборотов наматывателей в кассетах при изменении диаметра рулонов пленки.

Аппарат имеет три отдельных фильмовых канала с открывающимися для облегчения зарядки передними салазками. Каждый канал смонтирован на общем шасси, несущем все основные эле-

менты механизма транспортирования одной пленки: грейферный механизм с контргрейфером, зубчатый барабан с двумя прижимными каретками и фрикционное устройство привода кассеты. В экспозиционном окне фильмового канала сделаны пропилы для маркировки пленок в соответствии с местом, занимаемым ими в аппарате. Для каждого фильмового канала даются две задние прижимные рамки: глухая — используемая во время съемки, и с отверстием, равным кадровому окну, служащая для юстировки или предварительной установки аппарата перед съемкой, когда используются лупы сквозной наводки.

Транспортирование пленок в каждом фильмовом канале производится отдельным двухсторонним четырехзубым грейфером (по два зуба с каждой стороны) с шагом 28,5 *мм*, что соответствует продвижению пленки на 6 перфораций. Точная фиксация положения пленок во время экспонирования обеспечивается двухсторонним подвижным контргрейфером, один зуб которого заполняет перфорацию по вертикали и по горизонтали, а второй — только по вертикали. Для зарядки пленок в каналы контргрейферы могут быть выведены назад и их возвращение в рабочее положение производится вручную или автоматически при включении механизма аппарата. Постоянство положения изображения сохраняется с точностью не менее 0,01 *мм*.

Непрерывное транспортирование пленок и поддержание постоянной величины петель до и после фильмовых каналов обеспечивается комбинированными 32-зубыми барабанами, к которым пленки прижимаются двумя каретками. Обе каретки — верхняя и нижняя — отводятся от зубчатого барабана поочередно одним подпружиненным рычагом. При отпускании рычага обе каретки автоматически возвращаются в рабочее положение. Непосредственно у каждого транспортирующего барабана за нижней кареткой по ходу пленки установлен пленкосниматель. В непосредственной близости находится и рычаг блокирующего устройства для выключения привода аппарата при ослаблении натяжения пленок на участке между зубчатыми барабанами и приемными кассетами.

Все три отдельных механизма транспортирования пленок кинематически жестко связаны между собой и имеют общий привод.

Общим для всех трех пленок является также обтюратор, перекрывающий доступ света к кадровым окнам фильмовых каналов. Обтюратор дискового типа помещен на внутренней стороне передней откидной дверцы аппарата, на которой смонтирован и блок съемочных объективов. Дверца поворачивается на шарнирах и снабжена запорным механизмом, устанавливающим ее всегда в строго фиксированном положении. Она открывается при зарядке пленки, освобождая доступ к фильмовым каналам.

Обтюратор имеет максимальный угол открытия 165°, который может быть уменьшен ступенями до 120, 90, 60 и 30°. Изменение рабочего угла обтюратора производится только при открытой

передней крышке аппарата путем перестановки одной из его лопастей при помощи специальной рукоятки. Выполнение наплыва в аппарате не предусмотрено.

Особое внимание следует обратить на то, что обтюратор в аппарате СКП-1 расположен не между объективами и фильмовыми каналами, как обычно, а перед объективами в точке пересечения их оптических осей, чем в данном случае достигается перекрытие светового потока для всех трех изображений без временного и пространственного параллакса.

Привод аппарата

Аппарат снабжается двумя приводными электродвигателями для работы от сети трехфазного переменного тока 220 *в* и от аккумуляторов напряжением 24 *в*. Первый обеспечивает съемку с постоянной частотой 25 *кадр/сек*, принятой в панорамном кинематографе, а второй допускает изменения в пределах от 16 до 30 *кадр/сек*. Питающее устройство, через которое осуществляется подача напряжения на электродвигатели и цепи блокировки, является общим для переменного и постоянного тока. Производится только замена двигателей в самом аппарате. Синхронный электродвигатель переменного тока имеет мощность 180 *вт* и при частоте 50 *пер/сек* развивает 1500 *об/мин*. Электродвигатель постоянного тока мощностью 200 *вт* допускает изменение количества оборотов в пределах от 960 до 1800 *об/мин* за счет изменения величины подаваемого на него напряжения. Полный диапазон регулирования частоты съемки обеспечивается при аккумуляторной батарее напряжением 36 *в*.

Оптическая система

Оптическая схема съемочного блока и визирующего устройства у аппарата СКП-1 значительно проще, чем у «Панорамы», благодаря применению объективов только одного фокусного расстояния и телескопической системы визира. Использование короткофокусных объективов с небольшим относительным отверстием, имеющих малые геометрические размеры, позволило конструкторам осуществить панорамную камеру по схеме рис. 125, которая не требует установки перед объективами дополнительных насадок. Для каждого объектива с фокусным расстоянием 27 *мм*, при принятом в системе панорамного кинематографа формате негативного кадра 25,4 × 28,2 *мм*, вертикальный угол изображения при наводке на бесконечность составляет 55°, а горизонтальный — 50°. Располагая объективы так, чтобы углы между их оптическими осями в горизонтальной плоскости составляли 48°, можно обеспечить наложение друг на друга краев смежных изображений в пределах углов 2°. При этом общий угол изображения для трех объективов составит в горизонтальной плоскости 146° при вертикальном угле 55°.

Каждый из объективов фиксирует соответствующий ему участок предметного пространства с несколько разным ракурсом, что приводит к параллактическим ошибкам, которых не было бы, если бы все объективы находились в одной точке. В аппарате СКП-1 благодаря незначительным размерам объективов удалось расположить их на минимально возможном расстоянии, равном 22,5 *мм* между оптическими осями.

Все же параллактические ошибки существуют и в отдельных случаях могут быть заметны. Как видно из приведенной схемы,

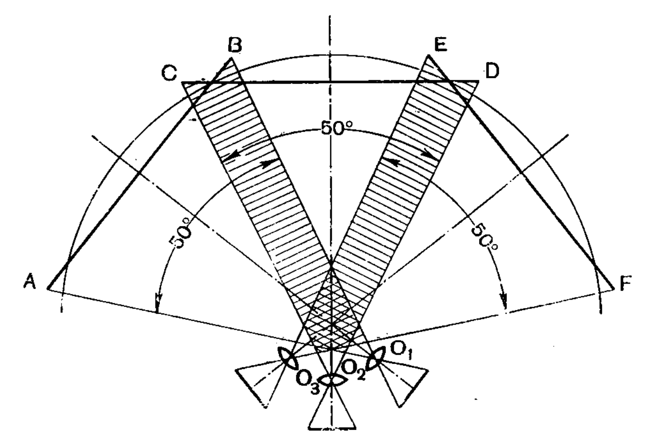


Рис. 125. Оптическая схема съемки панорамным аппаратом СКП-1:

O_1, O_2 и O_3 — съемочные объективы, соответственно их углы зрения — AO_1B, CO_2D и EO_3F. На схеме заштрихованы зоны перекрытия полей зрения смежных объективов

правый объектив фотографирует левую часть предметного пространства, средний — центральную, а левый — правую, в отличие от аппарата «Панорама», у которого левому объективу соответствует левая часть предметного пространства, а правому — правая. Однако в обоих случаях в негативах получаются монтажно совместимые изображения, благодаря двукратному отражению лучей в насадках крайних объективов аппарата «Панорама».

Объективы аппарата СКП-1 смонтированы в виде общего блока жесткой конструкции, полностью исключающей возможность самопроизвольной разрегулировки. Управление фокусированием и диафрагмированием производится одновременно для всех объективов при помощи рычажных рукояток, выведенных на наружную стенку аппарата. Наблюдение за изображением осуществляется при помощи визира телескопического типа, установленного в верхней части аппарата. Поле зрения визира равно 146° и соответствует суммарному полю трех съемочных объективов в горизонтальном направлении. Так как визир установлен

выше съемочных объективов, то он не свободен от вертикального параллакса, исправляемого для дистанции наводки соответствующим наклоном, обеспечивающим пересечение оптических осей визира и центрального объектива в плоскости наводки.

Наблюдение за изображением производится одним глазом при строгой фиксации положения наглазником. На передней поверхности первой линзы визира нанесены линии, определяющие центр кадра, горизонт и границы поля изображения.

Для точной проверки правильности наводки и кадрирования перед началом съемки или для проверки аппарата могут быть использованы специальные лупы, позволяющие без параллакса рассматривать с четырехкратным увеличением непосредственно в кадровом окне изображение, даваемое съемочными объективами. Этим способом можно пользоваться только при подготовке к съемке, вставляя лупы в специальные гнезда и сменив задние рамки фильмовых каналов.

3. Установка для съемки фильмов по методу круговой кинопанорамы

По методу круговой кинопанорамы — съемка производится с общим горизонтальным углом поля зрения 360° и последующей проекцией изображения на замкнутый экран, расположенный на стенах зрительного зала круглой формы по всему его периметру. Места для зрителей в кинотеатре круговой кинопанорамы расположены в центральной части зала и окружены со всех сторон цилиндрическим проекционным экраном.

В связи с этим в зале кинотеатра нет какого-либо определенного направления рассматривания изображения, зрители смотрят фильм стоя и сохраняют полную свободу выбора направления. Нижняя кромка цилиндрического экрана расположена достаточно высоко, и киноизображение не перекрывается стоящими рядом зрителями.

Создание непрерывного изображения, охватывающего наблюдателя со всех сторон, достигается съемкой одиннадцатью отдельными киносъемочными аппаратами, оптические оси которых располагаются в одной горизонтальной плоскости и пересекаются в центре съемочной установки, как показано на рис. 126 под углами около 32°43′ для смежных аппаратов. Демонстрация фильма производится с 11 отдельных пленок одиннадцатью проекционными аппаратами, расположенными за пределами зала круглой формы, в охватывающей его кольцевой аппаратной (рис. 127). Цилиндрический экран кинотеатра разделен черными вертикальными полосами небольшой ширины на одиннадцать отдельных участков, что позволяет избавиться от многих технических трудностей, связанных с необходимостью совмещения смежных изображений, без заметной их стыковки. Вместе с тем небольшие

перемычки между отдельными экранами почти не нарушают впечатления общей целостности изображения.

В кинотеатрах круговой кинопанорамы в Москве и Праге кроме описанного цилиндрического экрана имеется еще второй, расположенный непосредственно над первым и заходящий на куполообразную часть зала, как показано на схеме рис. 128. Он также разделен на 11 участков и обслуживается дополнительными 11 проекторами. Съемка изображения для нижнего и верхнего экранов производится отдельно. Применение такого двухъярусного экрана позволяет увеличить общий вертикальный размер видимого зрителями изображения.

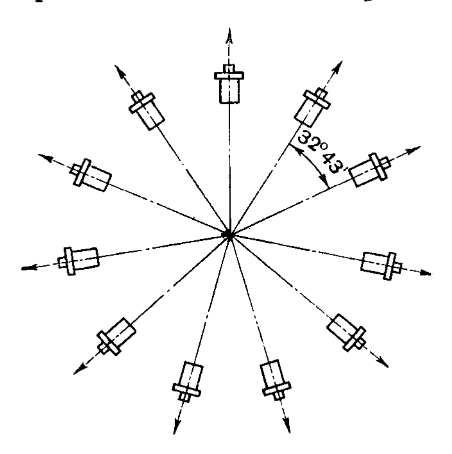


Рис. 126. Схема расположения аппаратов в установке для съемки по методу круговой кинопанорамы

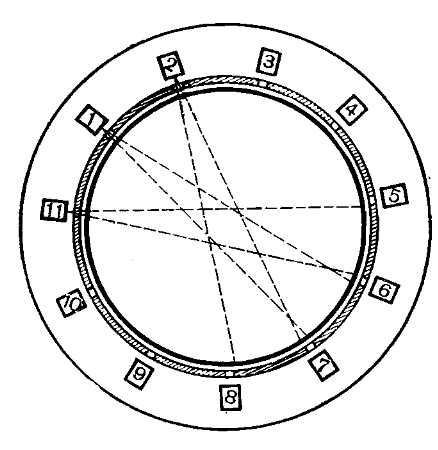


Рис. 127. Схема проекции в кинотеатре круговой кинопанорамы

В последнее время нашел применение еще один способ увеличения вертикального размера изображения в системе круговой кинопанорамы, предложенный Е. М. Голдовским и Б. В. Тимофеевым, заключающийся в применении двукратного анаморфирования изображения в вертикальном направлении при съемке и соответствующего дезанаморфирования при проекции. Этот способ позволяет увеличить вертикальный угол поля зрения при съемке и проекции в два раза и тем самым получить ту же результативную высоту экрана в кинотеатре с одним рядом из 11 проекторов, которая в первом случае достигалась с двадцатью двумя. Кроме того, в системе с анаморфированием на полной высоте экрана получается общее изображение одного одновременно снимаемого объекта, а не два отдельных, связываемых, до известной степени, искусственно режиссером фильма.

В обоих случаях съемочная установка состоит из 11 отдельных аппаратов типа «Конвас-автомат», смонтированных на общем

основании, как показано на рис. 129. Механизмы аппаратов соединены между собой шестереночными передачами, что обеспечивает синфазность их работы, и приводятся от одного общего электродвигателя постоянного тока. Для съемки используются только объективы с фокусным расстоянием 35 *мм*, которые при обычном формате кадра 16 × 22 *мм* на 35-*мм* пленке обеспечивают получение полезного угла поля изображения в горизонтальной плоскости около 35°, т. е. несколько больше, чем углы между оптическими осями объективов смежных аппаратов. В результате, начиная с некоторого съемочного расстояния, на боковых участках поля изображения двух смежных

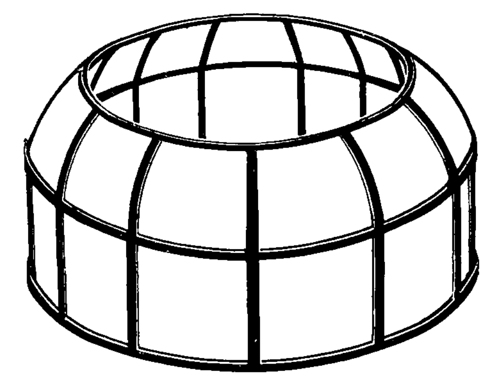


Рис. 128. Схема расположения экранов в двухъярусном театре круговой кинопанорамы с 22 проекторами

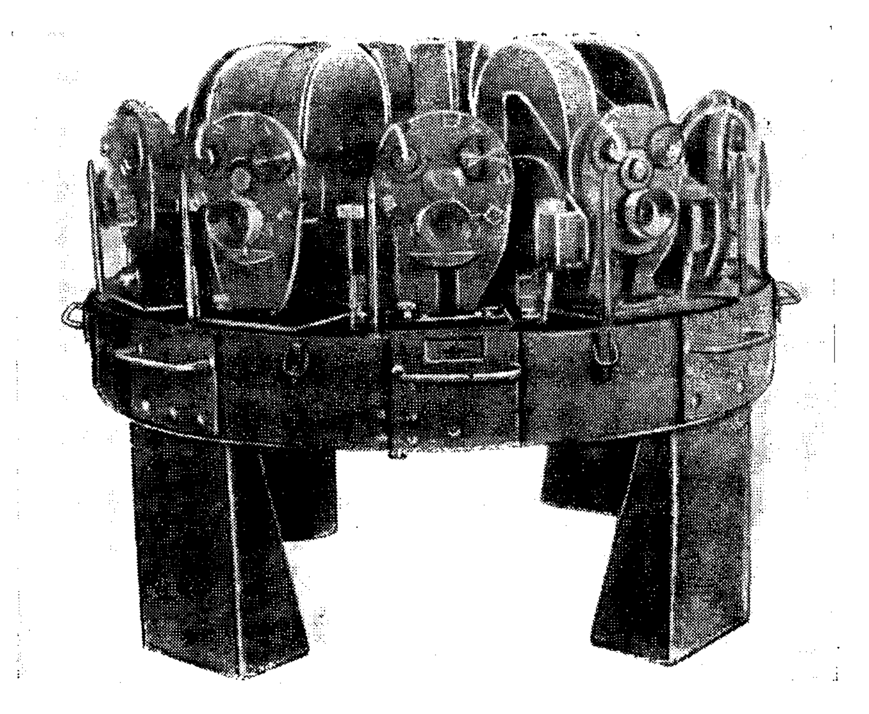


Рис. 129. Установка для съемки фильмов круговой кинопанорамы

объективов будут фиксироваться общие участки пространства. Это не является необходимым в данной системе, так как частичные изображения при показе не совмещаются в одно непрерывное общее, а повторение на соседних экранах общих участков изображения недопустимо. Для устранения такого повторения смежных участков в проекционных аппаратах размеры проекционных окон уменьшены по ширине, сравнительно с обычными, на величину около 2 *мм*, что сокращает используемый горизонтальный угол и делает его равным углу между оптическими осями съемочных объективов.

При съемке с анаморфированием изображения в вертикальном направлении все объективы съемочной установки снабжаются анаморфотными насадками обычного типа, применяемыми в системе широкоэкранного кинематографа. Однако ориентация насадок относительно съемочных аппаратов производится иначе. Если при съемке широкоэкранных фильмов насадки устанавливаются так, что образующие их цилиндрических элементов располагаются параллельно вертикальным сторонам кадра, то в системе круговой кинопанорамы они должны быть параллельны горизонтальным сторонам. В таком положении насадок анаморфирование происходит в вертикальном направлении, и при коэффициенте 0,5 удваивается вертикальный угол поля изображения.

При демонстрации фильмов, снятых с анаморфированием, все проекционные аппараты также снабжаются соответствующими анаморфотными насадками, ориентированными параллельно горизонтальным сторонам проекционного окна.

Глава четвертая

КОНТРОЛЬ КИНОСЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ И ОБЪЕКТИВОВ

1. МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ПРОВЕРКИ КИНОСЪЕМОЧНЫХ АППАРАТОВ

От качества и надежности киносъемочного аппарата в значительной степени зависит результат работы оператора и всей съемочной группы. Даже незначительная неисправность может привести к невозможности использования в картине снятого материала. В художественной кинематографии это вызывает дорогостоящие пересъемки, а в хроникально-документальной — потерю часто неповторимых исторических кадров.

Предупредить возможность съемочного брака по техническим причинам можно только постоянным содержанием аппаратуры в отличном состоянии. Достигается это систематической и тщательной проверкой работы киносъемочного аппарата и отдельных его элементов при выпуске с завода и периодически во время эксплуатации.

В результате длительной практической работы киностудий и специально проведенных в НИКФИ и МКБК исследований создана методика всесторонних испытаний киносъемочной аппаратуры и разработаны необходимые контрольные приборы и приспособления. Современная система проверки основывается на применении методов, позволяющих в большинстве случаев получить объективные результаты испытания аппарата по тем или другим показателям и выразить их количественно. Существует большое количество различных методов и способов проверки киносъемочных аппаратов и их отдельных элементов. Из всего многообразия этих способов контроля приведем только некоторые, получившие наибольшее практическое распространение и относительно легко обеспечиваемые измерительной аппаратурой.

Комплекс проверки киносъемочного аппарата любого типа состоит из целого ряда отдельных испытаний, определяющих качество его работы по многим отдельным показателям.

При выпуске аппарата заводом или после проведения капитального ремонта должен проводиться весь комплекс испытаний. Периодически, в процессе эксплуатации, можно ограничиваться проверкой по сокращенной программе только тех показателей, которые являются основными и в первую очередь определяют качество работы аппарата.

1. Проверка лентопротяжного механизма на отсутствие повреждений пленки

Отсутствие механических повреждений пленки при прохождении ее через лентопротяжный механизм киносъемочного аппарата — обязательное условие, соблюдение которого должно систематически контролироваться. Поверхность пленки со стороны эмульсии и основы должна быть свободна от царапин или других повреждений, а перфорации должны сохранять правильную форму без надрывов и деформаций.

Для проверки отсутствия повреждений пленки не требуется специальных приспособлений, и она обычно выполняется в два этапа. Первым является просмотр пленки, прошедшей через аппарат при проведении испытаний по другим показателям. Пленка рассматривается со стороны основы и эмульсии в лупу 5—10$^{\times}$ увеличения в отраженном свете при боковом освещении. Если поверхность пленки расположена по отношению к источнику света и глазу таким образом, что даст зеркальное отражение, то даже мельчайшие царапины становятся хорошо заметными.

Проверка сохранности перфораций тоже производится визуально. Для этого используют только непроявленную пленку, прошедшую через контролируемый аппарат, так как заметность царапин на эмульсионной поверхности после проявления значительно уменьшается.

Второй этап проверки заключается в специальном прогоне через аппарат неэкспонированной негативной пленки, усадка которой предварительно проверяется и не должна превышать установленной нормы. Для этой цели в одну из кассет закладывается рулон пленки и производится зарядка аппарата. При нормальной частоте съемки через аппарат пропускается 3—5 *м* пленки. После чего, не разряжая полностью аппарат, пленка отрезается непосредственно у входа в приемную кассету, вынимается из нее и тщательно просматривается, как было указано выше. Если при этом не обнаружены царапины на обеих сторонах пленки и нет повреждений кромок перфораций, аппарат разряжается полностью, и оставшийся в подающей кассете рулон пленки перекладывается в темном помещении в следующую кассету, после

чего проба повторяется тем же способом с каждой из кассет, входящих в комплект.

Если же при просмотре пленки, вынутой из приемной кассеты, будут обнаружены царапины или повреждения кромок перфораций, то следует, не вынимая оставшейся в аппарате пленки, вынуть съемочный объектив, открыть обтюратор и карандашом отметить участок пленки, находящейся в кадровом окне. После этого отрезать пленку у выхода из подающей кассеты и разрядить аппарат. Отрезанный кусок пленки просмотреть и определить на нем место начала царапины или повреждения перфораций. Зарядив опять этот кусок пленки в аппарат так, чтобы он занял свое первоначальное положение по отметке в кадровом окне, можно легко установить по началу повреждения, каким из элементов механизма оно вызвано. После устранения причин повреждений следует продолжить испытания с этой же и другими кассетами.

Повреждение перфораций возникает только вследствие ненормальной работы грейферного механизма или зубчатых барабанов, в то время как царапины могут наноситься в самых различных участках тракта транспортирования пленки, начиная от подающей кассеты.

В ряде случаев причина возникновения царапин на эмульсионной стороне пленки заключается в появлении н а г а р а в фильмовом канале аппарата. Нагаром называют бугорки из уплотненных частиц пленочной пыли и эмульсии, образующиеся при прохождении пленки через фильмовый канал при наличии мельчайших раковин, неровностей или других дефектов на его поверхности, соприкасающейся с эмульсионной стороной пленки. Нагар образуется не сразу, а после прохождения известного количества пленки. Поэтому следует внимательно следить за появлением царапин в ходе всего испытания, и при смене кассет не чистить фильмовый канал. При практической работе фильмовый канал следует чистить обязательно после окончания пленки в каждой кассете. Кроме того, целесообразно, если возможен обратный ход пленки, в конце проверки, когда повреждений пленки не обнаружено, со всеми кассетами прогнать вперед и назад один и тот же кусок пленки длиною 5—7 *м* четыре-пять раз и после этого его просмотреть. Если и в этом случае пленка окажется неповрежденной, то тракт аппарата находится в хорошем состоянии.

Когда предполагается проводить цветные съемки, проверку следует выполнить на цветной пленке, которая из-за меньшей задубленности более склонна к образованию нагара.

В некоторых случаях рекомендуется проверять лентопротяжный механизм на образование на пленке ф р и к ц и о н н о й в у а л и. Под этим термином подразумевается такой вид повреждения пленки, при котором на эмульсионной поверхности не обнаруживается потертостей или царапин, но после проявления образуется полоса повышенной плотности. Она появляется вслед-

ствие сильного нажима при прохождении пленки через механизм аппарата. Под воздействием давления происходит явление, по своему результату аналогичное экспонированию светочувствительного слоя. Однако в настоящее время, благодаря применению на всех типах кинонегативных пленок защитных слоев, этот вид повреждений практически отсутствует и может возникать только при очень грубых неисправностях в тракте аппарата.

2. Проверка устойчивости изображения (стояние кадра)

Одно из основных требований, предъявляемых к качеству киноизображения,— неподвижность статических элементов кадра на проекционном экране. Его можно считать выполненным, если зритель не замечает неустойчивости изображения. Заметная же подвижность изображения на экране может быть следствием ненормальной работы киносъемочного, кинокопировального или проекционного аппаратов, использовавшихся в процессе съемки, печати или показа фильма. В отдельных случаях это может быть результатом применения на одном из этапов производства фильма кинопленки с отступлениями геометрических размеров от установленного стандарта. Наибольшие требования постоянства положения изображения предъявляются к киносъемочным аппаратам, так как неустойчивость изображения в негативе не может быть исправлена при последующих операциях и требует пересъемки.

По существующим нормам работу киносъемочного аппарата можно считать нормальной, если величина непостоянства положения или несовмещения изображения во всех последовательно снимаемых кадрах не превышает 0,015—0,02 *мм* при съемках на аппаратах без контргрейфера и 0,008—0,012 *мм* при наличии контргрейфера. Особое значение имеет устойчивость изображения при комбинированных съемках, когда общее изображение получается в результате совмещения в одном кадре двух или большего количества частичных изображений, снимаемых последовательно в несколько экспозиций.

В практике нашло применение значительное количество способов проверки киносъемочных аппаратов на устойчивость изображения, или, как часто называют, на с т о я н и е к а д р а. Большинство из них основано на съемке в две экспозиции отдельных частей того или другого тест-объекта, а оценка результатов производится по точности совмещения в негативе двух его частей, снятых отдельно. В данном случае под съемкой в две экспозиции понимается прием, при котором часть испытательной таблицы закрывается соответствующей кашетой черного цвета и выполняется первая съемка. После этого прошедший через аппарат экспонированный кусок пленки отматывается обратно в подающую кассету, кашетой закрывается противоположная часть таблицы

и без изменения взаимного расположения киносъемочного аппарата и таблицы на ту же пленку производится вторая съемка.

Из способов проверки, основанных на указанном приеме, наибольшим распространением пользуются разновидности н о н и у с н о г о метода. Так, в последний комплект контрольно-измерительных приборов для проверки киносъемочной аппаратуры, разработанный в МКБК, вошли два прибора, основанные на этом принципе. Один из них построен на основе нониусной таблицы, предложенной в свое время НИКФИ, а второй — использует другой тип нониуса, примененный в приборе, разработанном на Центральной студии документальных фильмов.

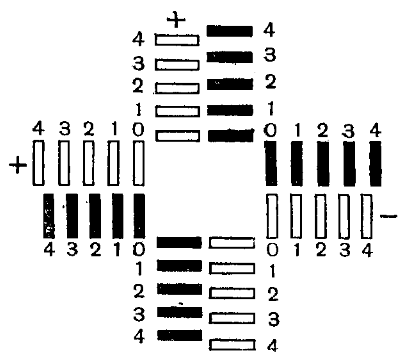


Рис. 130. Схема расположения основных и нониусных шкал для проверки устойчивости изображения

Прибор с нониусной таблицей, которая освещается проходящим светом, позволяет получить наибольший контраст между светлым фоном и нанесенными на него шкалами. При помощи фигурной поворачивающейся кашеты, фиксируемой в двух строго определенных положениях, при первой экспозиции закрывается одна часть освещенного поля таблицы, а при второй — противоположная. На всем освещенном поле расположены попарно четыре основных и четыре дополнительных нониусных шкалы (рис. 130). Две из них размещены по горизонтали и две — по вертикали, что позволяет производить проверку устойчивости изображения в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

Нулевые штрихи всех основных и дополнительных шкал совпадают попарно, расстояния же между штрихами основных и дополнительных шкал несколько различны и рассчитаны таким образом, что при определенном смещении шкал относительно друг друга совпадают не нулевые, а в зависимости от величины и направления смещения, какие-либо другие пары штрихов.

При определенном масштабе съемки и разнице в шаге шкал совмещению каждой пары штрихов будет соответствовать определенная величина смещения относительно друг друга первой и второй половин снятого киноизображения. У каждой пары штрихов обычно эта величина указывается в сотых долях миллиметра.

Для определения величины неустойчивости изображения полученный негатив просматривается через лупу или микроскоп с относительно небольшим увеличением, и для каждого кадра пробы определяется величина смещения. За результат принимается максимальная величина, а при наличии в отдельных кад-

рах смещений в разных направлениях от нулевого значения за общую величину неустойчивости должна быть принята сумма наибольших отклонений по обеим одинаково расположенным парам шкал.

Действие второго типа устройства для определения устойчивости изображения основано на том, что при первой и второй съемках фотографируются два участка светлого фона испытательной таблицы, ограниченные фигурной кашетой таким образом, что между ними остается неэкспонированным участок в виде треугольника ABC, как показано на рис. 131.

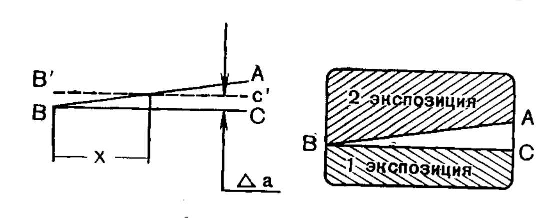


Рис. 131. Схема действия устройства для проверки устойчивости изображения

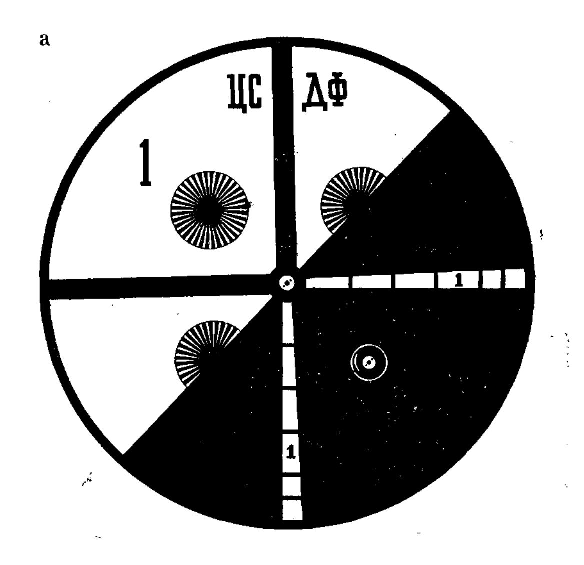
При неустойчивом положении пленки в одну из экспозиций границы засвеченных участков изменят свое взаимное расположение. Предположим, что неустойчивость изображения наблюдается в вертикальном направлении. В этом случае граница экспонированной части сместится на величину Δa, равную смещению пленки в вертикальном направлении, и расположится не по линии BC, а по линии $B'C'$, вершина угла из точки B переместится в точку O. При этом длина неэкспонированного клина, т. е. основание треугольника, уменьшится на величину $X = \Delta a/\operatorname{tg} ABC$. Из этого следует, что при малых значениях угла даже весьма незначительные смещения Δa будут вызывать большие изменения длины клина, которые легко обнаружить и измерить.

Однако при смещении пленки в горизонтальном направлении изменение длины клина будет равно величине самой неустойчивости, и обнаружить его практически невозможно. Вследствие этого для проверки устойчивости изображения в вертикальном и горизонтальном направлениях необходимо производить испытание дважды, располагая в одном случае границу раздела полей двух экспозиций по вертикали, а во втором — по горизонтали.

Для одновременного определения устойчивости в двух взаимно-перпендикулярных направлениях на указанном выше принципе построено специальное приспособление, состоящее из испытательной таблицы, показанное на рис. 132 в двух положениях поворотной кашеты: *а* — соответствующей первой и *б* — второй экспозициям. Эта таблица имеет белый диск — фон, на который для удобства наводки на резкость наклеено несколько радиальных мир, и непрозрачную фигурную кашету, строго фиксирующуюся в двух противоположных положениях.

Фигурная кашета, как видно из рисунка, имеет два взаимноперпендикулярных выреза, каждый из которых является тра-

а



б

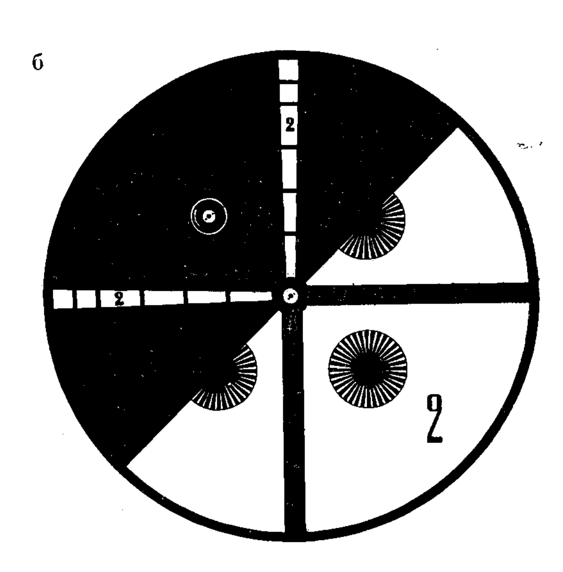


Рис. 132. Испытательная таблица для проверки устойчивости изображения

пецией с малой разницей в величине большего и меньшего оснований, и два вытянутых темных прямоугольника, расположенных в направлениях, противоположных вырезам.

При съемке такой таблицы в первую экспозицию на пленке остаются неэкспонированными места, соответствующие черным участкам кашеты в первом ее положении, а во вторую экспозицию — места, соответствующие черным участкам кашеты во втором ее положении. Взаимное положение и размеры трапецеидальных вырезов и темных прямоугольников выбраны так, что большее основание трапеции равно меньшей стороне прямоугольника, и в двух положениях кашеты они накладываются друг на

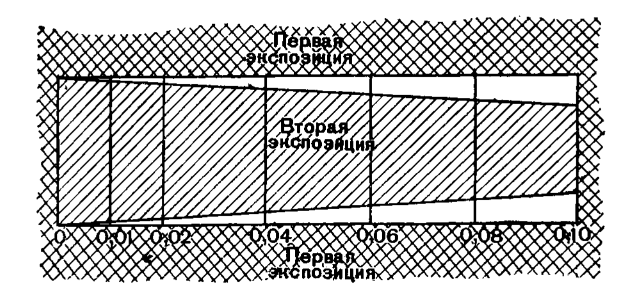


Рис. 133. Положение участков, экспонированных при проверке устойчивости изображения

друга. В результате после съемки двух экспозиций, при отсутствии смещения пленки, в каждом кадре будет иметься четыре вытянутых прямоугольника с впечатанными в них трапециями, как показано на рис. 133. При этом между границами прямоугольников и впечатанными в них трапециями останутся неэкспонированные клинья.

При неустойчивом положении пленки происходит сдвиг во взаимном расположении границ прямоугольников и трапеций. Это приводит к укорачиванию тех или других клиньев, в зависимости от направления смещения пленки. По величине изменения длины клина можно судить о степени несовмещения изображений в первую и вторую экспозиции. Укорачивание клиньев, расположенных горизонтально, определяет степень смещения изображения в вертикальном направлении, а расположенных вертикально — в горизонтальном.

При определенном масштабе съемки таблицы, зависящем от угла, образуемого сторонами трапеций и прямоугольников, величина неустойчивости может определяться по неизменной шкале, нанесенной на самой таблице. Иногда наблюдается изменение длины то одного, то другого из неэкспонированных клиньев в одном прямоугольнике. Это происходит вследствие смещения

положения пленки в обе стороны от нормального положения. В таком случае для определения величины неустойчивости следует арифметически сложить наибольшие значения, полученные для обоих клиньев в одном прямоугольнике. Сумма для пары клиньев, расположенных горизонтально, определит неустойчивость изображения в вертикальном направлении, а для клиньев, расположенных вертикально,— в горизонтальном.

Полученная в результате съемки испытательной таблицы проявленная проба просматривается в негативе на киноэкране; при этом изменение длины клиньев ясно заметно и по имеющейся шкале может быть достаточно точно определено. Для просмотра на экране длина пробы должна быть около 10 *м*. Более точно величина неустойчивости может быть определена при просмотре пробы на монтажном столе через лупу 10$^{\times}$ увеличения.

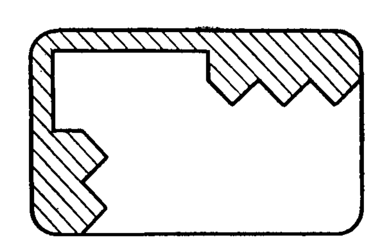


Рис. 134. Маска для одноэкспозиционной проверки устойчивости изображения

Приведенные способы проверки требуют выполнения двойной съемки с отмоткой пленки назад, что допускают не все конструкции киносъемочных аппаратов. Кроме того, обеспечиваемая ими точность не превышает 0,004—0,005 *мм*. В тех случаях, когда на устойчивость положения изображения должны проверяться аппараты, не допускающие съемки в две экспозиции, или точность измерения должна быть выше, может быть использован способ со специальной фигурной кашетой, вставляемой непосредственно в кадровое окно киносъемочного аппарата. При вынутом из аппарата съемочном объективе, в непосредственной близости от пленки, в кадровое окно фильмового канала вставляется специальная маска (кашета), показанная на рис. 134. Вставленная таким образом в аппарат маска освещается с возможно большего расстояния каким-либо точечным источником света и в этих условиях экспонируется без объектива несколько метров пленки. На пленке образуется резко очерченная тень, повторяющая форму фигурной маски.

После проявки пробы на специальном измерительном приспособлении, состоящем из микроскопа и столика с микрометрическим передвижением и строгой фиксацией пленки по перфорациям, производится измерение положения концов одних и тех же зубьев тени на целом ряде последовательно снятых кадров. Такое измерение должно быть сделано хотя бы для вершины одного вертикального и одного горизонтального зуба. Наибольшая разница в измеренных положениях одноименных вершин зубьев и выразит величину неустойчивости изображения. При этом за величину неустойчивости принимается разница в *мм*.

При всех способах проверки киносъемочных аппаратов на устойчивость изображения следует применять для съемки проб пленку, проверенную предварительно на соответствие геометрических размеров существующим стандартам. При чрезмерной усадке пленки или неправильном расположении перфораций неустойчивость изображения может быть следствием этих дефектов пленки. Кроме того, съемка проб должна всегда производиться с частотой, на которой будет использоваться данный аппарат. Чаще всего — это 24 *кадр/сек*. Для аппаратов, предназначенных для ускоренных съемок, испытание следует проводить при нескольких значениях частоты, выбирая их в различных участках полного диапазона изменения частоты съемки для данного типа аппарата.

3. Измерение момента сопротивления механизма киносъемочного аппарата

Величина момента сопротивления механизма киносъемочного аппарата не только определяет потребляемую им мощность, но одновременно служит показателем его состояния. При нормальной работе аппарата момент сопротивления механизма постоянен или плавно изменяется за счет постепенного увеличения нагрузки, создаваемой фрикционными устройствами наматывателя пленки в приемной кассете.

Величина момента сопротивления относительно постоянна для каждого типа аппарата и зависит от конструкции его механизма, частоты съемки и размера применяемых кассет, если привод последних не имеет отдельного электродвигателя. Сколько-нибудь существенные отклонения в сторону увеличения от некоторого среднего значения всегда являются признаком неправильной регулировки или сборки механизма аппарата. Кроме того, кратковременные периодические изменения момента сопротивления служат показателем тех или других неисправностей в механизме, зависящих от неправильной сборки или повреждения отдельных деталей, нарушения регулировки или других ненормальностей. Таким образом, абсолютная величина и степень постоянства момента сопротивления могут служить показателем состояния механизма и должны проверяться не только при выпуске аппарата заводом, а также после каждого ремонта и периодически в процессе эксплуатации.

Как известно, зная величину момента сопротивления (вращающего момента) и количество оборотов, можно определить мощность, потребляемую механизмом:

$$N_{\text{квт}} = \frac{M \cdot n}{973},$$

где: $M = pR$ — вращающий момент (p — сила, R — радиус), n — число оборотов в минуту.

Измерение момента сопротивления механизма может производиться при помощи любого типа динамометра, шкала которого соответствует диапазону измеряемых моментов, а конструкция позволяет включить его между главным приводным валом аппарата и приводным электродвигателем. Учитывая, что задачей измерения является не только определение среднего значения момента, но одновременно и его постоянства, динамометр должен иметь небольшую инерционность с тем, чтобы реагировать на кратковременные изменения момента сопротивления.

В практике большое распространение нашли динамометры, построенные на принципе дифференциала, конструкция которых впервые была разработана и применена Центральной студией документальных фильмов еще в 1948 году. Основным преимуществом этих динамометров является возможность непосредственного отсчета величины момента по шкалам прибора, вне зависимости от направления вращения.

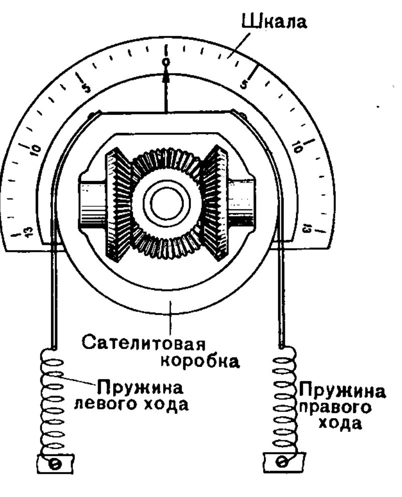


Рис. 135. Конструктивная схема ротационного динамометра

Конструкция динамометра, как показано на рис. 135, представляет дифференциал, состоящий из четырех конических шестерен, две из которых на соответствующих подшипниках укреплены на подвижной сателлитовой коробке, а две другие — на корпусе прибора. (На рисунке одна из них не показана.) Оси двух последних шестерен выведены наружу и через соответствующие переходные муфты соединяются одна с приводным валом киносъемочного аппарата, а другая — с электродвигателем.

Сателлитовая коробка дифференциала затормаживается двумя одинаковыми пружинами, соединенными с корпусом прибора. Пружины работают по одной, в зависимости от направления вращения. Между ними и поворачивающейся сателлитовой коробкой имеются эластичные тяги.

При измерении сателлитовая коробка поворачивается до тех пор, пока момент, создаваемый растягивающейся пружиной, не станет равен моменту сопротивления механизма работающего киносъемочного аппарата. Стрелка, жестко укрепленная на корпусе коробки, показывает величину момента по неподвижной шкале с нулем посередине отградуированной в *г·см*. Диапазон измеряемых таким динамометром величин определяется жесткостью применяемых пружин и степенью их предварительного

натяжения. Аналогичная конструкция динамометра может быть выполнена с одной пружиной для обоих направлений.

Учитывая, что при различных видах киносъемок применяются аппараты самых разнообразных конструкций с весьма большим диапазоном потребляемых мощностей, целесообразно для обеспечения точности измерений моментов сопротивления их механизмов применять несколько динамометров с различным пределом измерений. На основании многочисленных испытаний различных типов киносъемочных аппаратов установлено, что значения потребляемой ими мощности в установившемся режиме работы находятся в пределах от 12—15 до 200 *вт*, а моменты сопротивления, с учетом числа оборотов, от 800 до 10 000 *г. см*.

Ниже приведены средние значения величин моментов и потребляемой мощности в установившемся режиме для наиболее распространенных типов киносъемочных аппаратов по результатам измерений, выполненных Г. В. Мерингом в НИКФИ.

Тип аппарата	Потребляемая мощность, *вт*	Момент сопротивления, *г·см*	Тип аппарата	Потребляемая мощность, *вт*	Момент сопротивления, *г·см*
«Мир»	98	6600	«Конвас-автомат»	13,3	900
«Дружба»	77	5200	70-СК	72,3	4900
СК-1	87	6000	1-КСШР	40	2700
«Родина»	17,7	1200	«Панорама»	138	9000
ПСК-29	17	1150			

Следует отметить, что величина момента сопротивления механизма и потребляемая аппаратом одного и того же типа мощность существенно зависят от качества изготовления и сборки механизма. Вследствие этого в практике встречаются довольно большие отклонения от средних данных. Однако такие отклонения в сторону увеличения, если они достигают значительной величины, нельзя признать нормальными, и камеры, у которых они обнаруживаются, должны подвергаться дополнительной регулировке. Эксплуатация аппаратов с плохо собранными или плохо отрегулированными механизмами, потребляющими повышенную мощность, большей частью приводит к их преждевременному износу и нестабильности в работе.

4. Проверка фрикционных наматывателей пленки

В любом киносъемочном аппарате для смотки экспонированной пленки в приемной кассете применяются те или другие типы фрикционных наматывателей. Они должны обеспечивать равномерную намотку всего рулона кинопленки от его начала до конца, т. е. от минимального диаметра, определяемого размером бобышки в приемной кассете, до максимального, зависящего от емкости кассеты аппарата.

В большинстве конструкций киносъемочных аппаратов ось фрикциона наматывателя приводится в движение от общего приводного механизма аппарата через соответствующую передачу, а сам фрикцион является фрикционом сухого трения с постоянным вращающим моментом. Так как количество оборотов, определяемое передаточным отношением, всегда постоянно при неизменной частоте съемки, а диаметр рулона пленки непрерывно увеличивается по мере ее перемотки в приемную кассету, происходит постепенное изменение величины скольжения между частями фрикционного устройства, соединенными с механизмом привода и наматывателем. При этом по мере увеличения диаметра рулона пленки уменьшается сила ее натяжения, а нагрузка, создаваемая фрикционным устройством на механизм аппарата, увеличивается.

Таким образом, фрикционный наматыватель является дополнительной и переменной по величине нагрузкой привода механизма киносъемочного аппарата. Потребляемая им мощность в любой момент равна:

$$N = \frac{P \cdot r \cdot n \cdot 2\pi}{60},$$

где P — сила натяжения пленки; r — радиус рулона пленки; n — разность между числом оборотов приводной оси фрикциона и бобины с пленкой в минуту.

Мощность, потребляемая наматывателями при небольшой емкости кассет, относительно невелика, так как мало́ значение r и n, и плавно возрастает без скачкообразных изменений момента, не влияя существенно на работу механизма аппарата. Однако при большой емкости кассет она достигает большой величины и может составлять значительную часть общей мощности, потребляемой механизмом киносъемочного аппарата.

Пределы изменения величины нагрузки, создаваемой фрикционом, определяются при измерении общей мощности, потребляемой механизмом киносъемочного аппарата, как разность мощностей, измеренных в моменты времени, соответствующие концу и началу перемотки полного рулона пленки из подающей кассеты в приемную.

Основное требование, предъявляемое к любому наматывателю,— равномерность его работы, обеспечивающая, с одной стороны, правильную намотку пленки, а с другой — отсутствие быстро изменяющейся нагрузки на механизм аппарата. Соответственно, и проверка работы наматывателей должна производиться путем измерения величины крутящего момента и определения отсутствия мгновенных измерений его величины.

Для испытания фрикционных наматывателей используются специальные динамометры, измеряющие наибольший момент, создаваемый фрикционом при заторможенной пленочной бобине,

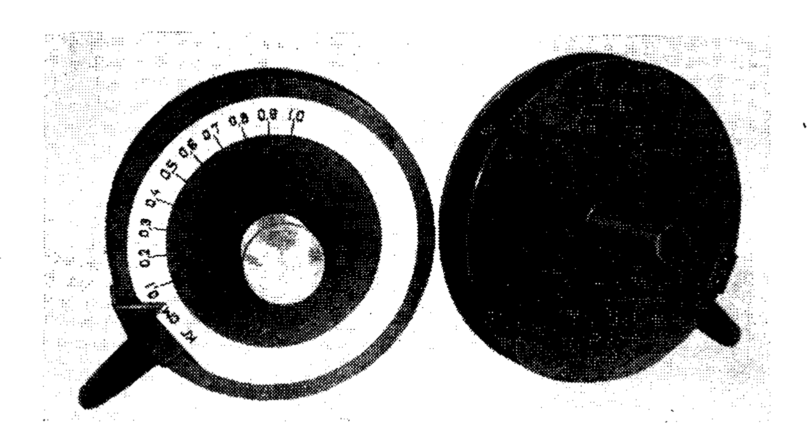


Рис. 136. Пружинный динамометр для проверки фрикционных наматывателей

т. е. тогда, когда разность между количеством оборотов приводной и наматывающей пленку осей фрикциона достигает наибольшей возможной величины. Одновременно с измерением величины момента определяется степень его постоянства по устойчивости показаний динамометра.

Максимальный крутящий момент у фрикционов, предназначенных для работы с кассетами емкостью до 60 *м* пленки, не превышает 1000 *г·см*, а для кассет на 300 *м* пленки — 3000 *г·см*. Учитывая эти пределы, динамометры пружинного и маятникового типа для проверки наматывателей изготавливаются с тремя диапазонами измерения — до 1000, 2000 и 3500 *г·см*.

Пружинный динамометр (рис. 136) состоит из втулки, надеваемой на ось наматывателя, жестко связанной с наружным диском, несущим стрелку-указатель. Втулка свободно проходит через отверстие во втором наружном диске и заканчивается ручкой. Спиральная пружина закреплена своим внутренним концом на втулке, в промежутке между дисками, а наружным — на периферийной части наружного диска. На наружном диске помещена шкала и упор, препятствующий ее проворачиванию во время измерения.

При измерении динамометр устанавливается в аппарат вместо приемной кассеты так, чтобы его втулка была надета на ось наматывателя или находящуюся на ней бобину, а упор, упираясь в корпус аппарата, препятствовал свободному проворачиванию

наружного диска динамометра. После пуска механизма аппарата и установления скорости, соответствующей нормальной частоте съемки, ось наматывателя с сидящей на ней втулкой динамометра повернется на угол, при котором пружина создаст момент, равный по величине и обратный по направлению моменту фрикционного наматывателя. Величина измеренного момента отсчитывается по шкале.

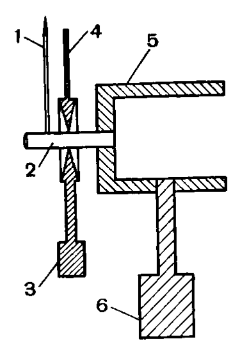


Рис. 137. Схематический разрез динамометра маятникового типа

На рис. 137 приведен схематический разрез одной из возможных конструкций динамометра маятникового типа. Этот динамометр состоит из втулки *5*, надеваемой на ось наматывателя вместо кассеты, жестко связанного с ней груза *6* и неподвижно закрепленной на оси *2* стрелки *1*. Все эти элементы жестко соединены между собой. На ось *2* свободно надет диск *4* с неподвижно закрепленным на штанге небольшим грузом *3*. На наружной стороне диска находится шкала. Диск, благодаря подвешенному к нему отдельному грузу, всегда занимает постоянное положение. После пуска механизма киносъемочного аппарата ось наматывателя начинает вращаться и отклоняет втулку с грузом на угол, при котором моменты, создаваемые трением фрикциона и отклонением груза от вертикального положения, окажутся равными. При этом стрелка прибора покажет по шкале величину момента.

Динамометры маятникового типа могут использоваться при любом направлении вращения оси наматывателя, так как имеют шкалу с нулем посередине, в то время как пружинные — пригодны только для одного направления.

Все типы динамометров для проверки фрикционных наматывателей снабжаются набором переходных соединительных втулок для сочленения их с осями наматывателей различного диаметра и конструкций.

5. Контроль согласованности работы обтюратора с грейферным механизмом

Обтюратор киносъемочного аппарата должен полностью перекрывать световой поток, идущий из объектива в кадровое окно в течение всего времени передвижения пленки в фильмовом канале и открывать доступ света только на период неподвижного положения пленки. При несоблюдении этого условия изображение, получаемое на пленке, будет в той или другой степени нерезким. Эта нерезкость раньше всего обнаруживается в углах кинокадра, так как они открываются обтюратором в первую очередь и закрываются в последнюю.

Проверка согласованности работы обтюратора и грейферного механизма основывается обычно на съемке резко очерченных предметов, расположенных таким образом, чтобы их изображения фиксировались близко к углам кадра. Для этого удобно использовать низковольтные лампы накаливания с простой формой нити, например лампы для карманного фонаря. Нить такой лампы резко изображается объективом киносъемочного аппарата в плоскости пленки, и всякое смещение ее во время экспонирования легко обнаруживается при просмотре проявленного негатива. Величина напряжения на лампах должна быть подобрана так, чтобы в сочетании с чувствительностью, применяемой для испытания негативной пленки, изображения нитей не имели излишней плотности (передержки), при которой из-за большого светорассеяния изображение всегда кажется размытым и нерезким.

Четыре такие лампы помещаются в углах испытательной таблицы, которая снимается жестко установленным проверяемым аппаратом при наибольшем угле открытия обтюратора. После проявления негатив просматривают в лупу 5× увеличения на отрезке не менее 50 смежных кадров. При правильном согласовании работы обтюратора с грейферным механизмом на всех кадрах изображения нитей ламп должны быть резкими, без двоения и размытости.

С целью экономии пленки, расходуемой на контроль аппарата, эта проверка может быть совмещена с каким-либо другим видом испытания. Целесообразнее всего проводить ее одновременно с проверкой устойчивости изображения, но при этом следует включить лампы только при одной из двух экспозиций.

6. Проверка постоянства положения отражающей поверхности зеркального обтюратора

Благодаря большим эксплуатационным преимуществам, которые дает применение системы визирования с использованием зеркального обтюратора, последние находят все большее распространение и применяются во всех новых конструкциях киносъемочных аппаратов различного назначения. Однако зеркальный обтюратор, являясь оптическим элементом визирующей системы, при неправильном изготовлении, установке или повреждении поверхности может быть причиной искажений видимого оператором изображения и тем самым дезориентировать его и затруднять работу.

Для того чтобы зеркальный обтюратор нормально выполнял свои функции в визирующей системе, его отражающая поверхность должна быть плоской и при вращении строго сохранять постоянство положения, не давая биений. В противном случае видимое в визире изображение во время съемки не будет устойчивым и достаточно резким.

Грубые дефекты установки зеркального обтюратора, или заметная неплоскостность его поверхности, легко обнаруживаются путем наблюдения за постоянством положения изображения в визире при жесткой установке работающего на штативе аппарата. Следует навести аппарат на какой-либо тест или предмет с четко очерченными контурами и наблюдать за его положением

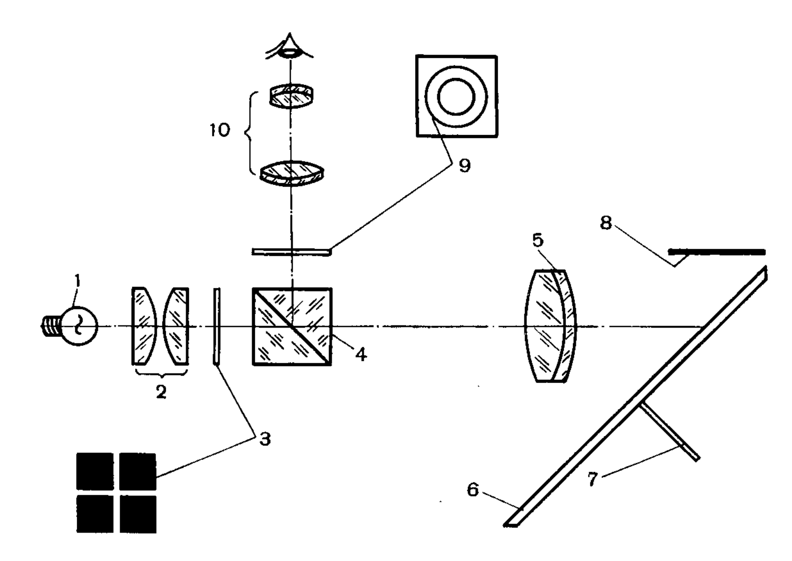


Рис. 138. Схема проверки биения зеркального обтюратора:
1 — лампа освещения, *2* — конденсатор, *3* — мира, *4* — светоделительный куб, *5* —объектив автоколлиматора, *6* — зеркальный обтюратор, *7* — ось вращения обтюратора, *8* — плоское зеркало, *9* — шкала допусков, *10* — окуляр

как при медленном проворачивании обтюратора, так и при работающем с нормальной скоростью аппарате. Подобный способ проверки помогает обнаружить существенные неисправности, но не позволяет определить величину отклонения отражающей поверхности обтюратора от нормального положения. Для более точной проверки и определения величин отклонения поверхности обтюратора следует применять разработанный и рекомендованный НИКФИ (Г. В. Меринг) способ контроля.

По этому методу киносъемочный аппарат с зеркальным обтюратором *6* жестко устанавливается против автоколлиматора соосно с ним, как показано на рис. 138. Вместо объектива в аппарат вставляется специальная втулка с укрепленным в ней плоским зеркалом *8*, которое должно быть расположено параллельно поверхности матового стекла визирующего устройства аппарата и возможно ближе к нему. В коллиматоре с объективом *5*, имеющим фокусное расстояние не менее 500 *мм*, устанавливается специальная мира *3*, представляющая

собой перекрестие двух тонких прозрачных штрихов на темном фоне. В фокальной плоскости окуляра *10* помещается шкала допусков *9* в виде плоской стеклянной пластинки с концентрическими окружностями, диаметр которых зависит от допусков, радиуса обтюратора и фокусного расстояния объектива коллиматора.

Принцип действия установки заключается в том, что изображение миры (креста) коллиматора, наблюдаемое через его окуляр в плоскости шкалы допусков, строится пучком лучей, вышедшим из объектива коллиматора и отраженным зеркальной поверхностью обтюратора на плоское зеркало втулки. От этого зеркала пучок лучей, в свою очередь, отражается обратно на зеркальную поверхность обтюратора, от нее в объектив автоколлиматора, и после отражения диагональной поверхностью светоделительного куба направляется в окуляр. При такой схеме хода лучей всякое изменение угла наклона отражающей поверхности обтюратора вызывает заметное смещение положения изображения креста миры в фокальной плоскости окуляра автоколлиматора.

Перед началом проверки относительное положение автоколлиматора и проверяемого киносъемочного аппарата регулируется таким образом, чтобы изображение перекрестия миры находилось в центре окулярной сетки. После этого вручную проворачивают механизм аппарата, наблюдая при этом в окуляр за перемещением изображения центра креста, по величине которого судят о степени постоянства положения отражающей поверхности обтюратора. Проверку целесообразно повторить при работающем с нормальной скоростью механизме съемочного аппарата. В этом случае для уменьшения количества паразитного света, попадающего в автоколлиматор и затрудняющего наблюдение, в фильмовый канал аппарата следует вставить тонкую черненую металлическую или другую пластинку, которая не мешала бы работе грейфера.

Для определения величины биения зеркальной поверхности обтюратора в абсолютных величинах Г. В. Меринг предлагает следующий способ расчета диаметра колец шкалы допусков:

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{\delta}{\varrho}\cos\beta\right),$$

где: α — угловая погрешность положения плоскости обтюратора; β — угол наклона оси обтюратора; δ — линейная погрешность положения плоскости обтюратора по оптической оси, *мм*; ϱ — рабочий радиус обтюратора (расстояние от центра вращения до пересечения с оптической осью).

При этом радиус кольца r на окулярной шкале автоколлиматора, соответствующий принятому значению α, будет равен:

$$r = f' \operatorname{tg} 4\alpha,$$

где: f' — фокусное расстояние объектива автоколлиматора; α — угловая погрешность положения плоскости обтюратора.

Подставляя различные значения α, можно рассчитать диаметры колец окулярной шкалы автоколлиматора, соответствующие разным величинам отклонения отражающей поверхности от ее нормального положения. Следует обратить внимание на то, что работе обтюратора мешает именно изменение положения отражающей поверхности обтюратора, происходящее во время работы, а не некоторая постоянная ошибка в ее установке или наклоне относительно оптической оси киносъемочного аппарата.

7. Проверка дистанционных шкал объективов

Правильная фокусировка — наводка объективов на заданную дистанцию при всех видах киносъемок — первое условие получения резкого фотографического изображения. Вследствие этого на киностудиях и заводах, изготовляющих аппаратуру, уделяется большое внимание проверке правильности дистанционных шкал объективов. Несмотря на все большее распространение киносъемочных аппаратов с зеркальными обтюраторами, которые позволяют оператору при съемке видеть изображение снимаемых предметов таким, каким оно будет зафиксировано на пленке и визуально оценивать его резкость, актуальность фокусирования по дистанционным шкалам не отпала.

В ряде случаев до сего времени применяется наводка на резкость путем непосредственного измерения расстояния от аппарата до снимаемого объекта и установка объектива по шкале в соответствии с измеренным расстоянием. Этот способ дает бо̀льшую точность, чем визуальная оценка резкости изображения в визире при отностительно небольшом увеличении и заметной зернистости матового стекла. Особенно большое значение точность наводки приобретает при использовании оператором больших относительных отверстий объектива, когда глубина резко изображаемого пространства мала.

Трудно определить необходимую точность фокусирования, так как она во многом связана с решением не только технических, но и изобразительных художественных задач, стоящих перед оператором. Однако можно оценить ее порядок, исходя из чисто технических положений. Допустим, что точка в пространстве предметов, находящаяся в плоскости наводки, может быть изображена объективом в плоскости изображения в виде кружка диаметром d *мм* (кружок рассеяния). Тогда предельно допустимая величина ошибки по отношению к оптимальному выдвижению объектива составит:

$$\Delta l = \pm d \frac{F}{D},$$

где Δl — величина ошибки положения объектива, *мм*; F — фокусное расстояние объектива; D — действующий диаметр объектива; d — допустимый диаметр кружка рассеяния.

Допустимая величина Δl не зависит от фокусного расстояния объектива при постоянном относительном отверстии, так как член $\frac{F}{D}$ не изменяет в этом случае своего значения, являясь величиной обратной относительному отверстию $\frac{D}{F}$ объектива.

Если принять за предельно допустимую величину кружка рассеяния $d = {}^1/_{30}$ *мм*, как это часто делается в кинематографии, то предельная допустимая ошибка Δl в фокусировании составит для различных значений относительных отверстий киносъемочных объективов:

Относительное отверстие $\frac{D}{F}$	Допустимая ошибка Δl, *мм*
1 : 1,5	$\pm 0,06$
1 : 2	$\pm 0,066$
1 : 4	$\pm 0,13$

Из приведенных данных следует, что чем больше используемое относительное отверстие объектива, тем меньше допустимая неточность фокусирования. Кроме того, не следует забывать, что применяемые объективы не являются идеальными оптическими системами и за счет разного рода остаточных аберраций, даже в плоскости наилучшей наводки, не дают изображения точки в виде точки.

Следовательно, приведенные допуски практически должны быть еще уменьшены.

Без большой ошибки можно принять, что при первоначальной разбивке дистанционных шкал киносъемочных объективов в лабораторных условиях следует стремиться к обеспечению такой точности, при которой ошибка на каждой дистанции не превышает $\pm$ 0,02 *мм*.

Проверка или разметка дистанционных шкал киносъемочных объективов с такой точностью требует применения специальных устройств и приемов. В практике работы киностудий и промышленных предприятий, выпускающих киносъемочную аппаратуру и оптику, для этой цели применяются разного рода автоколлиматоры. Такие приборы часто изготавливают сами киностудии, используя для этой цели какие-либо длиннофокусные объективы коллиматорного типа.

На рис. 139 приведена принципиальная схема одного из лабораторных автоколлиматоров, разработанного Московским конструкторским бюро киноаппаратуры специально для проверки дистанционных шкал объективов.

Специальная мира *1*, равномерно освещаемая лампой *2* через конденсор *3*, находится на оптической оси коллиматорного объектива *4* и может вместе с осветительным устройством перемещаться относительно объектива *4* в нужных пределах. При нахождении миры в фокальной плоскости коллиматорного объектива, выходящие из него лучи будут параллельными и соответствовать положению предмета (миры) в бесконечности. При перемещении миры от положения, соответствующего бесконечности в сторону объектива, угол расхождения лучей будет постепенно изменяться и для

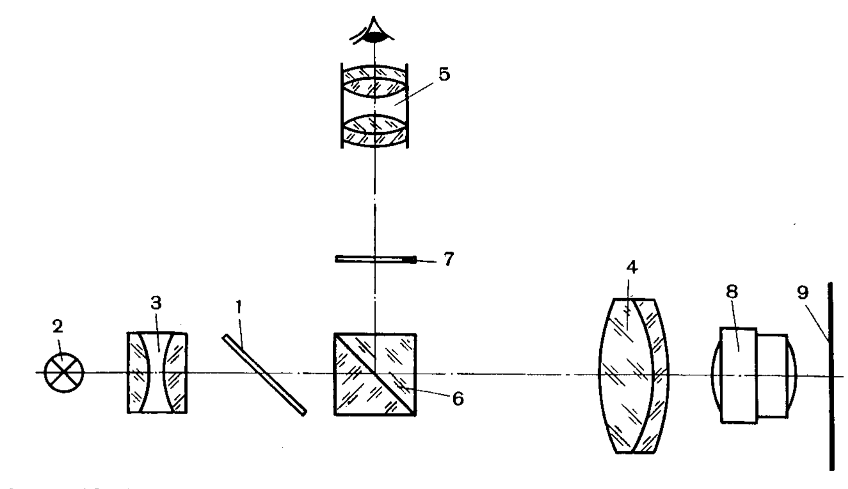


Рис. 139. Схема автоколлиматора с наклонной мирой для проверки и градуировки дистанционных шкал киносъемочных объективов

каждого определенного ее положения соответствовать как бы нахождению миры на определенном удалении. Используя это свойство, шкала перемещения миры в коллиматоре градуируется непосредственно в дистанциях, диапазон которых охватывает расстояния от 0,5—0,8 *м* до бесконечности.

Таким образом, по отношению к проверяемому киносъемочному объективу *8*, установленному соосно с коллиматорным объективом, мира может как бы перемещаться на любое желаемое расстояние в указанном диапазоне и тем самым имитировать различные условия фокусирования, встречающиеся в практике киносъемки.

Проверяемый объектив устанавливается соосно против коллиматора вместе со съемочным аппаратом, заряженным пленкой, на заданном расстоянии (определяется расчетом коллиматора и обычно равно 200—300 *мм*) от наружной части оправы объектива коллиматора до плоскости пленки в киносъемочном аппарате.

Устройство для наблюдения за резкостью изображения миры на пленке состоит из окуляра *5* с 10$^\times$ увеличением и куба *6*,

состоящего из двух прямоугольных призм, у одной из которых диагональная грань покрыта полупрозрачным зеркальным слоем. Между окуляром и кубом, на постоянном расстоянии от последнего, помещена сетка *7*, служащая для проверки правильности фокусирования окуляра.

Действие всей системы заключается в том, что съемочный объектив, устанавливаемый по своей дистанционной шкале на расстояние, соответствующее положению миры автоколлиматора, рисует ее изображение в плоскости пленки *9*, а наблюдатель в обратном ходе лучей через тот же съемочный объектив, объектив коллиматора, зеркальную поверхность куба и окуляр рассматривает изображение миры и может судить о его резкости. Путем некоторого перемещения съемочного объектива фокусировочным движением оправы добиваются максимальной резкости видимого в окуляре изображения миры. Это положение и будет соответствовать оптимальной наводке на данную дистанцию.

Если дистанция, установленная на коллиматоре и полученная на шкале наводки съемочного объектива, совпадает, то объектив отъюстирован правильно и дистанционная шкала на оправе верна. Начинать проверку следует с положения бесконечности и продолжать на других дистанциях только после того, как достигнуто совпадение шкалы объектива в этом основном положении. Тем же способом проверяются все остальные дистанции наводки, нанесенные на шкале оправы объектива путем последовательной установки на шкале перемещения миры коллиматора соответствующих расстояний. В тех случаях, когда при проверке обнаруживаются ошибки в разбивке шкалы фокусирования на оправе объектива, в нее должны быть внесены поправки или произведена разметка заново. Аналогичным путем размечаются шкалы объективов при первоначальной градуировке изготовленной оправы.

Для облегчения нахождения положения съемочного объектива, соответствующего наибольшей резкости при визуальном наблюдении, во многих автоколлиматорах мира установлена наклонно к оптической оси прибора, как показано на схеме. Такую миру, наклоненную к оси объектива коллиматора, часто называют г л у б и н н о й. Она представляет собой алюминированную плоскопараллельную пластинку с прозрачными штрихами, расположение которых показано на рис. 140. Эта мира помещена в коллиматоре так, что центральный штрих, вертикальный на рисунке, как бы является осью наклона миры и находится перпендикулярно оптической оси прибора, сама же мира наклонена на угол около 20°. За счет наклона изображение продольных штрихов, видимое в окуляре, будет неодинаково резким по их длине, так как отдельные точки находятся на разном расстоянии от объектива коллиматора и, следовательно, их положение соответствует различным дистанциям, и только положение вертикального штриха соответствует установленному расстоянию наводки.

При использовании такой миры в случае неправильной фокусировки проверяемого объектива уменьшается резкость центрального штриха по всей его длине, а резкость двух других, перпендикулярных первому, перемещается из центральной части видимого в окуляре коллиматора поля изображения к одному из краев.

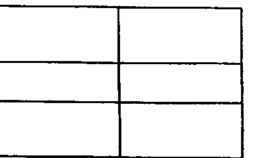


Рис. 140. Наклонная мира коллиматора

Так как два параллельных штриха миры наклонны к оси коллиматора, то их изображения никогда не могут быть одновременно резкими по всей длине и вследствие этого воспринимаются глазом не как прямые линии, а как линии или треугольники, расширяющиеся по мере удаления от центра поля, видимого в окуляре.

При правильной наводке проверяемого объектива глаз видит изображение миры, показанное на рис. 141, *А*, с тонкой центральной линией, а две другие изображаются в виде треугольников, упирающихся своими вершинами в центральную линию. В случае расфокусировки картина меняется: центральный штрих утолщается, а вершины треугольников смещаются от центра к одному из краев, явно нарушая симметрию изображения миры, как это показано на рис. 141, *Б*. Такое изменение характера изображения острее воспринимается глазом наблюдателя, чем простая расфокусировка, и тем самым существенно повышается точность наводки и облегчается ее выполнение.

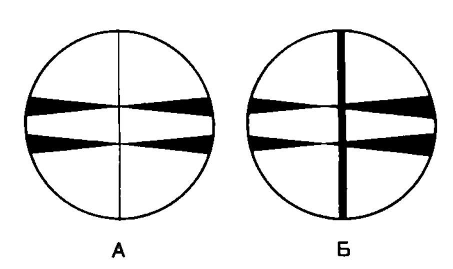


Рис. 141. Изображение наклонной миры в окуляре коллиматора

При обнаружении несовпадения дистанционной шкалы объектива с фактической дистанцией наводки величина ошибки для любой точки может быть измерена путем определения величины перемещения миры коллиматора, необходимого для получения резкого изображения. С этой целью на коллиматоре имеются две шкалы перемещения миры, одна из которых отградуирована в дистанциях наводки, а вторая — в миллиметрах. Определив по этой шкале величину смещения миры, вызванную неправильностью шкалы объектива, ошибку можно вычислить по формуле:

$$\Delta V = \Delta U \left(\frac{f_0'}{f_{ок}'} \right)^2,$$

где: ΔV — величина ошибки в установке объектива; ΔU — смещение миры коллиматора, *мм*; f_0' — фокусное расстояние объек-

тива аппарата, *мм*; $f'_{ок}$ — фокусное расстояние объектива, примененного в коллиматоре, *мм*.

С точки зрения обеспечения наибольшей точности измерения в коллиматорах было бы целесообразно применять объективы с фокусными расстояниями, в 8—10 раз превышающими фокусные расстояния проверяемых объективов, так как в этом случае абсолютная величина перемещения миры для установки в положения, соответствующие различным дистанциям наводки, была бы наибольшей. Однако использование в коллиматорах объективов с излишне большими фокусными расстояниями приводит к неудобству в работе из-за удаления съемочного аппарата от окуляра коллиматора, что делает затруднительным одновременное наблюдение и фокусирование. Кроме того, при большом разнообразии фокусных расстояний киносъемочных объективов, применяемых в настоящее время, использование во всех случаях одного коллиматора обеспечило бы различные условия рассматривания изображения по масштабу и освещенности.

По этим причинам для контроля дистанционных шкал объективов обычно применяется не один, а три коллиматора с объективами различных фокусных расстояний. Так, МКБК, разработавшее комплект измерительных приборов для проверки киносъемочной аппаратуры, рекомендует применять автоколлиматор с объективом, имеющим фокусное расстояние 179 *мм* для проверки киносъемочных объективов с фокусными расстояниями от 10 до 35 *мм*, автоколлиматор с объективом 273 *мм* — для съемочных объективов от 35 до 70 *мм* и автоколлиматор с объективом 520 *мм* — для съемочных объективов с фокусными расстояниями от 70 до 300 *мм* (рис. 142).

Естественно, что выбранные МКБК фокусные расстояния объективов коллиматоров 179, 273 и 520 *мм* не являются строго оптимальными, а определились в результате подбора наиболее близких к оптимальным фокусных расстояний из числа серийно выпускаемых промышленностью объективов коллиматорного типа.

Кроме трех указанных типов автоколлиматоров в набор контрольных приборов обычно входит еще упрощенный малогабаритный автоколлиматор, часто называемый автоколлимационной трубкой, служащей только для проверки одной точки, соответствующей положению бесконечности на дистанционной шкале киносъемочного объектива. Такая трубка не имеет перемещения миры и благодаря своей портативности может использоваться не только в лаборатории, но и в экспедиционных условиях.

Автоколлимационная трубка в комплекте приборов МКБК снабжена объективом с фокусным расстоянием 269 *мм* и может применяться для проверки положения «бесконечности» съемочных объективов всех фокусных расстояний до 100 *мм*.

Точность установки объективов, а следовательно, и их дистанционных шкал, обеспечиваемая при использовании коллиматоров, зависит от соотношения величин фокусных расстояний проверяемых объективов и объективов коллиматоров, а также от величины действующего отверстия и качества коррекции. Чем больше

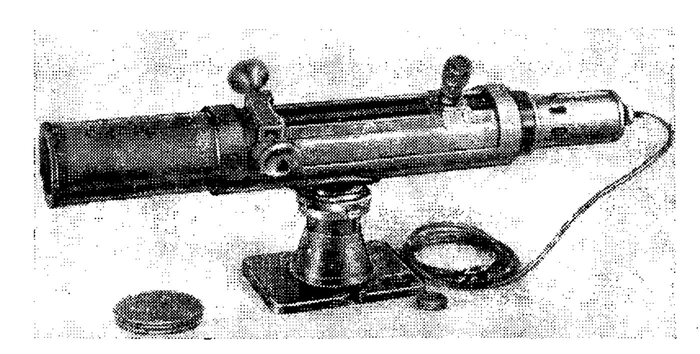


Рис. 142. Автоколлиматор с объективом 520 *мм*

отношение фокусных расстояний и действующее отверстие контролируемого объектива, тем выше точность. Авторы разработанного в МКБК комплекта приборов для контроля киносъемочных объективов О. И. Резников и А. Н. Разумовский считают, что коллиматоры, с объективами указанных выше фокусных расстояний, позволяют производить установку съемочных объективов по пленке с точностью 0,006—0,008 *мм* при относительном отверстии 1 : 2, что удовлетворяет обычным требованиям к точности дистанционных шкал.

8. Проверка совпадения плоскостей пленки и матового стекла визирующего устройства

В тех случаях, когда при киносъемке наводка на резкость производится не по дистанционным шкалам, а по изображению на матовом стекле, видимому в лупу или визир аппарата, правильность наводки определяется в первую очередь равенством расстояний от съемочного объектива до плоскости пленки и плоскости матового стекла. При равенстве этих расстояний резкость изображения на матовом стекле и пленке будет одинаковой. Это в равной степени относится к аппаратам, у которых матовое стекло вводится в систему наблюдения только на время предварительной наводки на резкость, и к аппаратам с зеркальным обтюратором, у которых во время съемки изображение попеременно строится то в плоскости пленки, то в плоскости матового стекла.

Проверка совпадения положения плоскостей пленки и матового стекла по отношению к съемочному объективу наиболее

просто производится при помощи автоколлиматора способом, аналогичным проверке правильности дистанционных шкал. Киносъемочный аппарат с объективом среднего фокусного расстояния (например 50 *мм*), заряженный пленкой, устанавливается напротив автоколлиматора соосно с ним. Объектив аппарата и мира коллиматора должны находиться в положении, соответствующем наводке на бесконечность, обтюратор аппарата открыт. Правильность наводки объектива в этом положении проверяется перемещением миры с контролем резкости ее изображения в окуляре автоколлиматора. Положение миры, соответствующее максимальной резкости на пленке, фиксируется. Затем вводится матовое стекло или закрывается зеркальный обтюратор и по автоколлиматору повторно определяется положение миры, соответствующее максимальной резкости изображения. Если положения миры коллиматора в обоих случаях совпали, то пленка и матовое стекло находятся в равноудаленных от объектива плоскостях. При разных положениях миры автоколлиматора следует измерить величину несовпадения положения пленки и матового стекла, определив ее, исходя из смещения миры, по формуле, приведенной в предыдущем разделе.

Если при этом мира автоколлиматора была сдвинута для положения матового стекла в направлении к объективу, то матовое стекло в аппарате необходимо переместить на величину вычисленной ошибки положения в сторону объектива аппарата. При обратном смещении миры матовое стекло должно быть соответственно отодвинуто от объектива.

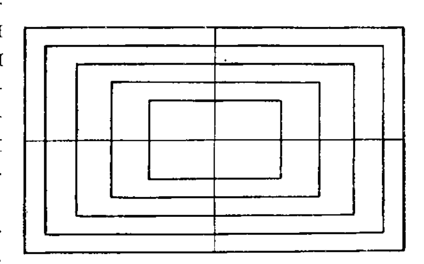
9. Проверка совпадения границ изображения на пленке, матовом стекле и в визирующих устройствах

В большинстве типов современных киносъемочных аппаратов для наблюдения за изображением во время съемки применяются системы визирования с зеркальным обтюратором. Они полностью исключают пространственный параллакс и обеспечивают постоянство величины видимого в визире изображения при применении съемочных объективов любых фокусных расстояний.

Проверка визирующих устройств этого типа сводится к определению совпадения границ изображения на пленке с его границами на матовом стекле визира и может производиться при любом из объективов, входящих в комплект аппарата.

Киносъемочный аппарат устанавливается на испытательном стенде или устойчивом штативе и наводится на специальную испытательную таблицу, на которой нанесены, как показано на рис. 143, границы кадров, соответствующие нескольким масштабам съемки или ряду фокусных расстояний объективов. (Для каждого формата кадра — обычного, широкоэкранного, широкоформатного и др.— целесообразно иметь отдельные таблицы.) Кроме рамок, соответствующих границам кадра на таблице, желательно иметь передвижные указатели, острия которых в каждом отдельном случае устанавливаются у четырех сторон той рамки, которая в данном случае соответствует масштабу съемки.

Центр таблицы должен находиться на оптической оси объектива аппарата, а ее плоскость быть перпендикулярной к ней. Изменяя расстояние между аппаратом и таблицей, добиваются такого положения, при котором одна из рамок совпадает с границами видимого в визире изображения. К границе этой рамки подводят острия передвижных указателей и производят съемку. После проявления негатив рассматривают через лупу и по расположению на нем рамки, совпадающей с границами изображения в визире, определяют соответствие границ изображения на пленке и в визире. При значительной разнице в границах поля в визире и на пленке передвижные указатели позволяют легко определить, которая из нескольких рамок, нанесенных на таблице, должна в данном случае совпадать с границами кадра. По величине и направлению смещения этой рамки от краев изображения на пленке можно судить о характере и степени ошибки, которую дает визирующая система. Если эти отклонения существенны, то они должны быть устранены путем соответствующего перемещения рамки-кашеты, ограничивающей поле изображения на матовом стекле визирующего устройства, или изменения ее размеров.


Рис. 143. Таблица для проверки визиров

В аппаратах, конструкция которых позволяет производить предварительную наводку по матовому стеклу, вводимому на место пленки, проверка границ изображения осуществляется таким же способом. Если же имеется возможность сквозной наводки и по матовому стеклу и по пленке, необходимость в съемочной пробе отпадает и проверка границ поля может быть выполнена путем прямого визуального сравнения изображения испытательной таблицы на матовом стекле и пленке.

Наряду с широким распространением киносъемочных аппаратов с зеркальными обтюраторами еще встречаются отдельные типы камер, имеющие обычный дисковый обтюратор и так называемые приставные оптические визиры. Эти визиры имеют отдельную оптическую систему, смещенную с оси аппарата, поэтому неизбежно дают параллакс, величина которого зависит от расстояния между оптическими осями съемочного объектива и визира. Обычно такие визиры снабжаются специаль-

ным устройством, связанным с механизмом фокусирования аппарата, для автоматического устранения параллакса в плоскости наводки. Так как один и тот же приставной визир используется с объективами различных фокусных расстояний, имеющими различные углы поля зрения, то его полное поле соответствует наиболее широкоугольному объективу и ограничивается для других — более длиннофокусных объективов — перемещающимися кашетами или кадрирующими рамками, нанесенными на матовом стекле.

По этой причине визиры такого типа должны проверяться на совпадение границ изображения со всеми объективами, входящими в комплект аппарата, и на всех дистанциях наводки. Возможность наводки по матовому стеклу, имеющаяся почти во всех аппаратах без зеркального обтюратора, позволяет производить проверку визиров без съемки пробы, устанавливая непосредственно соответствие границ изображения на пленке и матовом стекле. Для проверки применяется аналогичная испытательная таблица. Нанесенные на ней рамки должны соответствовать границам кадра при различных фокусных расстояниях съемочных объективов для одной определенной дистанции наводки. Обычно таблица рассчитывается для расстояния 1—1,5 *м*, так как при этом ее размеры будут минимальными. Однако расчетное расстояние не может быть выбрано меньшим, чем наиболее короткая дистанция, на которую допускается фокусирование объективов аппарата.

При проверке киносъемочный аппарат устанавливается на испытательном стенде или устойчивом штативе так, чтобы оптическая ось объектива совпадала с центром таблицы и была перпендикулярна ее плоскости. Расстояние между плоскостями пленки в аппарате и таблицы должно быть равно расчетному. Объектив аппарата по матовому стеклу фокусируется на плоскость таблицы, после чего небольшим поворотом аппарата добиваются точного совмещения границ изображения на матовом стекле с соответствующей рамкой испытательной таблицы. Если система автоматического исправления параллакса визира отрегулирована правильно, центр таблицы должен совмещаться с перекрытием в визире. После этого таблица смещается без изменения положения ее плоскости перпендикулярно оси объектива в сторону расположения визира на величину, равную расстоянию между осями объектива и визира. Аппарат поворачивается на штативной головке так, чтобы перекрестие визира вновь совместилось с центром таблицы. В этом положении рамка в визире для данного фокусного расстояния объектива должна совместиться с соответствующей рамкой таблицы.

Такую проверку необходимо производить последовательно со всеми объективами, входящими в комплект.

Размеры сторон рамок таблицы для любого фокусного расстояния объектива могут быть определены путем умножения размера сторон кадра на величину, обратную масштабу съемки $\frac{1}{n}$ для выбранной дистанции, т. е. на n. Величина n легко определяется для любого фокусного расстояния и дистанции съемки по формуле:

$$n = \frac{L - f'}{f'},$$

где: L — расстояние от плоскости таблицы до пленки; f' — фокусное расстояние объектива.

Для проверки визиров аппаратов, предназначенных для съемки с различным форматом кадра — обычных, широкоэкранных, широкоформатных и др., — следует рассчитать и изготовить отдельные таблицы.

Ниже приводятся размеры сторон рамок на испытательной таблице для дистанции в 1 *м* и наиболее распространенных фокусных расстояний объективов при классическом формате кадра 16 × 22 *мм*.

Фокусное расстояние объектива, *мм*	Размер рамки на испытательной таблице, *мм*	Фокусное расстояние объектива, *мм*	Размер рамки на испытательной таблице, *мм*
16	984×1353	50	304×418
18	872×1199	75	197×271
22	711×978	80	184×253
28	555×763	100	144×198
35	440×605	125	112×154
40	384×528	150	91×125

После проверки визира на расстоянии 1—1,5 *м* со всеми объективами комплекта следует вновь навести аппарат с одним из объективов по матовому стеклу на таблицу при прежней дистанции, удостовериться в совмещении перекрестия визира с центром таблицы и после этого стойку с таблицей отодвигать от аппарата на дистанции 2,3 и 5 *м* и, не изменяя положения камеры, проверить только совмещение перекрестия визира с центром таблицы на этих расстояниях. На дистанциях больше 5 *м* проверка правильности исправления параллакса визира производится при помощи дополнительного приспособления — специальной шкалы, укрепляемой на испытательной таблице, обычно находящейся в этом случае на расстоянии 5 *м*. Объектив аппарата, наведенный на центр таблицы, последовательно фокусируется на дистанции от 5 *м* до бесконечности и на каждой из них визуально проверяется совмещение вертикальной линии перекрестия визира с соответствующим этой дистанции делением шкалы, укрепленной

на таблице. Шкала устанавливается в средней части таблицы таким образом, чтобы ее нулевое деление совпало с центром.

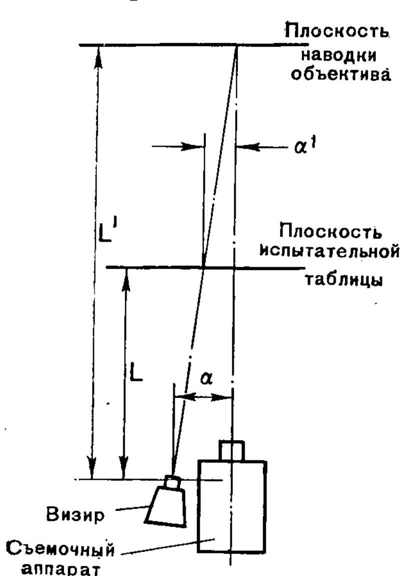


Рис. 144. Схема проверки приставных визиров на дистанциях больше 5 *м*

Расстояние от нулевого установочного деления до делений, с которыми должно совмещаться перекрестие визира при различных дистанциях наводки, определяется уравнением:

$$a' = a\frac{L'-L}{L'},$$

где: a' — расстояние в *мм* от нулевого деления до соответствующего определенной дистанции наводки; a — расстояние между оптическими осями съемочного объектива и визира; L — расстояние от плоскости пленки до плоскости таблицы; L' — расстояние, на которое фокусируется объектив киносъемочного аппарата.

На рис. 144 показана схема проверки визиров на дистанциях больше 5 *м*. Расстояния от нуля шкалы до делений, соответствующих различным дистанциям наводки при базе между объективом и визиром в 200 *мм* и расстоянии до испытательной таблицы 5 *м*, приведены ниже.

Дистанция наводки, *м*	Расстояние от нулевого деления шкалы, *мм*	Дистанция наводки, *м*	Расстояние от нулевого деления шкалы, *мм*
5	0	30	167
10	100	50	180
15	133	100	190
20	150	∞	200
25	160		

10. Проверка постоянства величины экспозиции

Проверка постоянства величины экспозиций, или отсутствия так называемого м и г а н и я, является одним из видов испытаний киносъемочных аппаратов, проводимых на студиях периодически и чаще, чем контроль по большинству других показателей. Даже незначительные отклонения в величине экспозиции следующих друг за другом кадров в одном съемочном плане вызывают изменения плотности негатива и воспринимаются как заметное на глаз мигание при просмотре на экране напечатанного позитивного изображения.

Непостоянство величины экспозиции является следствием тех или других неправильностей в работе механизма киносъемочного аппарата, приводящих к тому, что время экспонирования отдельных кадров при постоянной частоте съемки не строго одинаково. Поэтому проверка должна производиться в таких условиях, при которых дефекты проявляются наиболее ясно. Обычно абсолютные значения колебания времени экспонирования не зависят от величины угла открытия обтюратора аппарата и, следовательно, будут заметнее при малых углах и больших коэффициентах контрастности проявления негатива контрольной съемки.

Исходя из этих соображений, проверка обычно выполняется путем съемки испытательной таблицы, состоящей из нейтрально-серых полей, имеющих коэффициенты отражения света от 0,2 до 0,8 ступенями через 0,2. Размеры таблицы и расстояние ее установки относительно аппарата должны обеспечивать получение изображения, покрывающего всю площадь кадра на пленке. Таблица освещается равномерно по всей поверхности осветительными приборами, питаемыми от стабилизированного источника, желательно постоянного тока. Применение для освещения таблицы газосветных ламп или перекальных ламп накаливания с питанием переменным током не допускается.

Величина экспозиции при съемке должна быть выбрана подбором освещенности и величины относительного отверстия объектива таким образом, чтобы плотность наиболее темного поля таблицы в негативе находилась в пределах 0,3—0,5 без вычета вуали. Съемка должна выполняться при номинальной для проверяемого аппарата частоте. Для проверки используется обычная черно-белая негативная пленка средней чувствительности, обработку которой желательно производить до получения несколько повышенного значения коэффициента контрастности (0,8—0,9), что делает более заметными имеющиеся отклонения в величине экспозиции отдельных кадров.

В тех случаях, когда проверяемый киносъемочный аппарат имеет обтюратор с переменным углом открытия, первую пробную съемку следует проводить при угле 20°. Если мигание при просмотре на экране снятого негатива не будет обнаружено, дальнейшие пробы продолжать не следует, так как при всех больших углах открытия обтюратора неравномерность экспозиции будет еще менее заметной. При видимом изменении плотности пробу следует повторить при постепенном увеличении угла открытия обтюратора до 30, 40, 60, 80° на одной пробной съемке. Если мига-

ние будет заметно и при углах больше 40—60°, аппарат не должен использоваться на съемках до устранения дефектов его механизма и повторной проверки.

Аппараты, имеющие обтюратор с постоянным углом открытия, проверяются только при этом угле, но так как его величина, составляющая обычно 160—180°, маскирует эффект мигания, то для проверки целесообразно применить пленку с повышенным коэффициентом контрастности или экспонировать обычную пленку с учетом увеличения времени проявления. Просмотр снятых проб производится на экране при нормальной частоте проекции 24 *кадр/сек*. В кинопроекторе желательно применить в качестве источника света лампу накаливания или ксеноновую лампу постоянного тока, так как обычные дуговые лампы часто не обеспечивают нужного постоянства величины светового потока и равномерности освещения кадра, что затрудняет проверку. В отдельных случаях непостоянство плотности негатива может быть следствием дефектов пленки. Поэтому пленка, применяемая для проверки на мигание, должна быть предварительно сама испытана путем съемки аналогичной пробы на аппарате, заведомо обеспечивающем постоянство величины экспозиции.

11. Проверка отсутствия каширования светозащитными устройствами аппарата

Строгая проверка отсутствия каширования элементами светозащитных устройств может быть выполнена далеко не при всех конструкциях киносъемочных аппаратов. Пока величина каширования незначительна и вызывает небольшое дополнительное падение освещенности к краям поля изображения, оно маскируется общим падением освещенности, даваемым съемочным объективом по другим причинам (см. разделы: «Определение величины виньетирования», стр. 282 и «Измерение распределения освещенности по полю изображения», стр. 284).

Простым способом, заключающимся в просмотре негатива съемки равномерно освещенной поверхности, можно обнаружить наличие каширования только тогда, когда оно достигает значительной величины, вызывающей затемнение или полное пропадание изображения в углах кадра. Чаще всего такое явление встречается при использовании кустарно изготовленных светозащитных бленд круглого сечения.

В тех случаях, когда освещенность на краю изображения при диафрагмировании падает непропорционально общему его снижению по всему кадру, имеет место прямое попадание в поле зрения съемочного объектива какой-либо части светозащитного устройства, которое из-за близкого расположения рисуется нерезко в плоскости изображения. При диафрагмировании увеличивается глубина резко изображаемого пространства и повышается четкость изображения элемента светозащитного устройства, находящегося в пределах поля зрения объектива. В таких случаях заметное каширование часто увеличивается при фокусировании на близкие дистанции, несмотря на то, что при этом уменьшается угол поля зрения объектива и, следовательно, уменьшается величина виньетирования. На каширование проверяются все объективы съемкой равномерно освещенной поверхности, превышающей по величине полезное поле зрения самого широкоугольного объектива.

Съемка производится при наводке объективов на ∞ по дистанционным шкалам, а аппарат располагается на расстоянии в несколько метров от освещенной поверхности. С каждым объективом снимается около 0,5—0,8 *м* пленки, и после проявления негатив просматривается в лупу. На нем не должно быть заметного на глаз резкого понижения плотности в углах кадра. Проверка выполняется один раз для каждого аппарата и не повторяется периодически, так как геометрические размеры светозащитных устройств остаются неизменными. При одновременной установке нескольких объективов на турель аппарата один из них, обычно наиболее длиннофокусный, может в отдельных случаях попадать в поле зрения соседнего широкоугольного. Вследствие этого для аппаратов с турелью следует кроме указанной выше проверки произвести съемку освещенной поверхности широкоугольными объективами при установке в соседнем гнезде длиннофокусных объективов с блендами и определить, какие объективы могут устанавливаться одновременно. В результате такой проверки должно быть установлено, какие из объективов не могут использоваться вместе.

Съемочную проверку отсутствия виньетирования для некоторых конструкций аппаратов можно заменить очень эффективным и точным способом просвечивания кадрового окна с обратной стороны из внутренней части аппарата. Для этой цели может применяться несложное осветительное устройство, вставляемое в съемочный аппарат при открытой крышке, снятом грейферном механизме и вынутой задней части фильмового канала. Вплотную к кадровому окну у передней рамки канала устанавливается матовое стекло или матированная поверхность призмы, равномерно освещаемые лампой через простейший конденсор. При этом съемочный аппарат становится проекционной системой, у которой лучи, прошедшие через съемочный объектив, не должны попадать на внутреннюю поверхность светозащитного устройства. При наблюдении в затемненном помещении легко установить попадание света на элементы светозащитного устройства или на наружные части соседних объективов и тем самым определить, находятся ли какие-либо элементы конструкции аппарата в пределах полезного угла поля зрения.

12. Проверка механизма наплыва и определение количества пленки, затрачиваемой на разгон и остановку аппарата

Проверка исправности механизма наплыва сводится к контролю равномерности увеличения или уменьшения рабочего угла обтюратора от полного закрытия до максимального открытия, и наоборот. При исправной работе механизма изменение величины экспозиции происходит настолько равномерно, что при рассматривании на экране снятого изображения не должно наблюдаться скачкообразного изменения яркости.

Для испытания снимается обычная серая шкала с полями различной яркости. Через 1,5—2 *сек* после пуска аппарата, когда установилась номинальная частота съемки, включается механизм наплыва на закрытие обтюратора. Когда этот цикл работы закончится, не останавливая аппарата, механизм наплыва переключается на открытие, если конструкция допускает переключение без остановки. Такое переключение производится 2—3 раза. Снятый негатив после обработки просматривается на экране. Предварительно к нему должен быть подклеен начальный ракорд достаточной длины, обеспечивающий разгон проекционного аппарата до начала демонстрации снятой пробы.

Эта же проба может быть использована для определения количества пленки, затрачиваемой аппаратом от момента пуска до достижения номинальной частоты съемки, а также на остановку после выключения приводного электродвигателя. Для этого определяется количество кадров с изменяющейся плотностью на начальном участке негатива, соответствующем разгону механизма. Отсчет производится от первого экспонированного кадра (после зарядки, перед съемкой пробы, засвеченная часть пленки должна быть перемотана в приемную кассету при закрытых крышке и объективе) до последнего, на котором прекращается дальнейшее изменение плотности. Кадры с видимым на глаз изменением плотности подсчитываются, а последующие, в которых изменение на глаз уже становится незаметным, промеряются на денситометре для точного определения места окончания изменения плотности и установления постоянной частоты съемки.

Аналогичным способом определяется и количество пленки, расходуемой на остановку аппарата после выключения.

Проверка работы механизма наплыва может быть выполнена и без съемки специальной пробы, с помощью того или другого стробоскопического устройства. Для этой цели киносъемочный аппарат со снятым объективом в затемненном помещении освещается с передней стороны пучком света стробоскопического тахометра. Частота импульсов стробоскопа и фаза рассматривания подбираются таким образом, чтобы край лопасти обтюратора, изменяющей угол открытия при работающем с нормальной скоростью аппарате, казался неподвижным. После этого включается механизм наплыва и производится наблюдение за краем лопасти обтюратора, изменяющей величину угла. При нормальной работе механизма она должна казаться перемещающейся совершенно плавно, без всякой вибрации края.

13. Проверка градуировки тахометров

На киносъемочных аппаратах с регулируемой скоростью движения пленки для контроля частоты съемки служат тахометры, отградуированные в количестве кадров в секунду. Градуировка шкалы тахометра для каждого типа киносъемочного аппарата выполняется в пределах, соответствующих диапазону возможного изменения частоты съемки. При лабораторных испытаниях контроль осуществляется методом сравнения с показаниями эталонного прибора, который, в свою очередь, периодически проверяется в установленном для всех измерительных приборов порядке.

В качестве эталонного тахометра может использоваться любой тип тахометра с диапазоном измерений, соответствующим пределам изменения частоты съемки контролируемого аппарата. Наиболее удобными для этой цели являются стробоскопические тахометры, так как они не требуют соединения с механизмом аппарата и не являются для него дополнительной нагрузкой. Проверку целесообразно проводить, наблюдая за краем лопасти обтюратора работающего аппарата при вынутом съемочном объективе. Частота импульсов эталонного стробоскопического тахометра плавно изменяется до получения кажущейся неподвижности лопасти обтюратора, и в этот момент сравниваются показания тахометров аппарата и эталонного. Измерение повторяется на всех частотах съемки, соответствующих оцифрованным делениям шкалы тахометра аппарата.

При отсутствии стробоскопического тахометра можно использовать стендовый приводной электродвигатель с переменным числом оборотов, служащий для привода аппарата при измерении величины момента сопротивления механизма. Такие двигатели всегда снабжаются своим тахометром и могут использоваться в качестве контрольных для сравнения показаний. В этом случае с аппарата снимается двигатель, и механизм через соответствующую переходную муфту соединяется с валом стендового электродвигателя. Показания тахометров аппарата и стендового двигателя, как и в первом случае, сравниваются между собой на всех оцифрованных делениях шкалы.

В тех лабораториях, где постоянно проверяется большое количество аппаратов, для контроля тахометров есть смысл использовать специальное приспособление, состоящее из синхронного электродвигателя, обеспечивающего получение строго постоянного числа оборотов, соединяемого с механизмом аппа-

рата через ступенчатый редуктор с передаточными отношениями, соответствующими основным значениям частоты съемки в 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44 и 48 *кадр/сек*. При этом способе проверки нет необходимости в эталонном тахометре, так как синхронный электродвигатель при питании от трехфазной сети переменного тока стабильной частоты сам обеспечивает постоянство числа оборотов. Следует только учитывать, что в различных конструкциях киносъемочных аппаратов частота съемки в 24 *кадр/сек* соответствует 1440 или 1500 оборотам приводного вала в минуту. Поэтому для обеспечения возможности проверки тахометров любых аппаратов в редукторе, кроме передаточных отношений, соответствующих указанному выше ряду частот съемки, должна быть предусмотрена возможность дополнительного введения передаточного отношения 24 : 25, используемого при проверке аппаратов, имеющих 1440 оборотов вала в минуту и выключаемого для аппаратов, рассчитанных на 1500 оборотов.

Для проверки скоростных киносъемочных аппаратов необходимы контрольные тахометры с соответственно расширенным диапазоном измерения.

14. Проверка указателей метража пленки в кассетах

Рычажные указатели количества пленки в подающей кассете, построенные на принципе измерения диаметра рулона, не могут обеспечивать большую точность, но служат удобным и полезным индикатором, позволяющим оператору в любой момент иметь приблизительное представление о количестве оставшейся пленки. Неточность их показаний предопределяется несколько различной толщиной пленки разных типов. Особенно заметна разница между цветными и черно-белыми негативными пленками.

Однако с удовлетворительной для практических целей точностью можно считать, что средняя толщина пленки с учетом плотности ее намотки в рулон составляет 0,17 *мм*. Исходя из этого, проверка шкал указателей количества пленки в кассетах основывается на измерении диаметров нескольких шаблонов, каждый из которых по своему диаметру соответствует рулону пленки определенного метража. Такие шаблоны-диски вставляют последовательно в каждую кассету и проверяют показания указателя метража.

Шаблоны по своим диаметрам или радиусам должны соответствовать оцифрованным делениям шкалы указателя. Так как начальные диаметры, равные диаметру бобины, на которую наматывается пленка, для кассет разных аппаратов различны, то и шаблоны должны быть рассчитаны и изготовлены отдельные, в соответствии с этими размерами. Наружный диаметр каждого

шаблона, соответствующего рулону пленки определенной длины, может быть определен по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{400 \cdot L \cdot b}{\pi} + d^2},$$

где: D — наружный диаметр шаблона, *мм*; L — длина пленки, *м*; b — толщина пленки (с учетом плотности намотки в рулон); d — начальный диаметр, *мм*; π — 3,14.

15. Проверка аппарата и кассет на светонепроницаемость

Полная светонепроницаемость киносъемочного аппарата и всех кассет — обязательное условие нормальной работы. Малейшее проникновение света в корпус аппарата или кассеты приводит к засветке пленки и порче снятого материала. Для проверки аппарат в темноте заряжается куском неэкспонированной высокочувствительной негативной пленки так, чтобы она заняла нормальное положение по всему лентопротяжному тракту, а ее концы входили в подающую и приемную кассеты и были закреплены на бобинах. После зарядки, тоже в темноте, при снятом объективе и открытом обтюраторе карандашом отмечают участок пленки, находящийся в кадровом окне аппарата.

Обтюратор устанавливается в положение, закрывающее окно, и в гнездо вставляется объектив. Заряженный таким образом аппарат в течение нескольких минут освещается сильными источниками света со всех направлений в специальном приспособлении или просто мощными лампами при поворачивании. После этого в темноте вынимается и проявляется вся находившаяся в аппарате пленка. На проявленном негативе не должно быть видимых глазом засветок, а общая плотность может быть выше плотности вуали пленки не более, чем на 0,05.

Если при просмотре негатива пробы обнаруживаются засветки, то проявленную и высушенную пленку следует вновь зарядить в аппарат так, чтобы ранее сделанная карандашная отметка находилась в кадровом окне. Тогда все участки пленки займут в лентопротяжном тракте аппарата свое прежнее положение и по расположению засветок будет легко установить участки, пропускающие свет. После устранения неисправностей, вызывающих прохождение света, испытание должно быть повторено.

Все кассеты, входящие в комплект аппарата, проверяются на светопроницаемость отдельно. В каждую из них заряжается небольшое количество пленки, один конец которой закрепляется на бобине, а второй выпускается в устье, при этом внутри кассеты должно находиться 2—3 свободно расположенных витка пленки. Засветка заряженных кассет производится также со всех сторон, и пленка после проявления тщательно просматривается.

16. Работа киносъемочного аппарата при низких температурах

Для натурных и хроникальных съемок в зимнее время большое значение имеет надежность работы киносъемочного аппарата при низкой температуре окружающей среды. Некоторые типы аппаратов снабжены специальными электрическими подогревателями, поддерживающими внутри корпуса повышенную по сравнению с окружающей средой температуру, достаточную для нормальной работы механизма. В аппаратах, не имеющих подогревателей, работа при низких температурах должна обеспечиваться за счет применения соответствующих сортов смазки и правильного выбора материалов и размерных допусков при изготовлении осей и подшипников.

Не следует думать, что киносъемочный аппарат без специальной подготовки должен нормально работать при любой температуре. При работе в летних условиях или в отапливаемом помещении механизм аппарата может смазываться более вязкими сортами масел, хорошо удерживающимися в подшипниках, но густеющими при понижении температуры, что приводит к увеличению момента сопротивления механизма и потребляемой им мощности. В то же время использование для смазки жидких масел, хорошо работающих при низкой температуре, может явиться причиной их вытекания при нормальной температуре и вызывать недостаточную смазку подшипников. Вследствие этого часто применяют различные виды смазки для летних и зимних условий работы, тщательно промывая механизм при замене смазки.

В настоящее время благодаря созданию новых смазочных материалов, отличающихся малым изменением вязкости при значительном диапазоне изменения температуры, во многих случаях можно применять универсальную смазку. Смазочные масла, даже рассчитанные на работу при весьма низких температурах, при попадании в них незначительного количества влаги за счет конденсации или по другим причинам густеют на морозе и не могут обеспечить нормальную работу аппарата. Вследствие этого весь механизм должен быть тщательно очищен от старой смазки и промыт, после чего он смазывается тем или другим негустеющим маслом соответствующей вязкости.

В дальнейшем должны соблюдаться меры, предупреждающие возможность попадания в смазку влаги из окружающего воздуха. В первую очередь не следует вносить холодный аппарат в теплое помещение в распакованном виде или вынимать его из упаковки без предварительного постепенного прогрева в течение нескольких часов. Это правило должно строго соблюдаться, так как его нарушение всегда приводит к конденсации влаги, и после этого при повторной съемке на морозе аппарат работает ненормально, потребляя повышенную мощность, или останавливается совсем.

Проверка аппаратов в условиях аналогичных зимним производится в специальной холодильной камере, в которой может быть установлено нужное значение температуры. Подвергающийся испытанию аппарат (без кинопленки) помещается в камере, и температура в ней постепенно понижается до —10, —20, —30, —40° С в зависимости от предела, при котором данный аппарат должен нормально работать. При каждом установленном значении температуры аппарат выдерживается не менее полутора-двух часов с тем, чтобы температура всех частей механизма сравнялась с окружающей. После этого, не вынося аппарат из камеры, его заряжают пленкой и проверяют величину момента сопротивления механизма при номинальной частоте съемки и работу фрикционных наматывателей. Одновременно контролируется подвижность диафрагм объективов и механизма фокусирования.

Такая проверка выполняется со стендовым приводным электродвигателем, имеющим большой запас мощности по сравнению с двигателем аппарата. Двигатель аппарата на все время испытаний также помещается в холодильную камеру и периодически ставится на аппарат для определения его работоспособности. При этом измеряется потребляемая им сила тока.

Испытания киносъемочного аппарата прекращаются при достижении принятой для него предельной температуры или при том ее значении, при котором рабочий двигатель уже не может обеспечить работу с номинальной частотой съемки. В отдельных случаях допускается некоторое повышение напряжения, подаваемого на приводной электродвигатель. После испытания аппарат оставляют в камере, выключая охлаждающую систему, до установления нормальной температуры. Если в камере продолжаются испытания и она не может быть выключена, то аппарат укладывают в упаковочный футляр и выносят в помещение с нормальной температурой, где и оставляют закрытым на несколько часов.

Киносъемочные аппараты, снабженные электрическим подогревателем, проверяются таким же способом, с той лишь разницей, что на все время испытания подогреватель остается включенным и определяется предельная температура, до которой он обеспечивает нормальную работу механизма.

В эксплуатационных условиях проверка аппаратов при пониженной температуре может быть упрощена и ограничена испытанием на практическую работоспособность с приводным электродвигателем, без измерения величины момента сопротивления.

II. КОНТРОЛЬ КИНОСЪЕМОЧНЫХ ОБЪЕКТИВОВ

Современные киносъемочные объективы являются точными и сложными оптическими устройствами; они не должны подвергаться разборке или ремонту в мастерских киностудий, не приспособленных для этих целей. В условиях эксплуатации

работы, связанные с объективами, ограничиваются проверкой их исправности и пригодности к дальнейшему использованию, поэтому при периодическом контроле на студиях проверяются только основные показатели, позволяющие судить об исправности объективов. Проведение полного комплекса испытаний, выполняемого заводом-изготовителем оптики или лабораторией конструкторского бюро, разрабатывающего объективы, в условиях студий не целесообразно и не нужно. При правильной эксплуатации объективы длительное время сохраняют неизменными свои первоначальные характеристики. При периодической проверке объектива или в случае возникновения сомнений в его исправности производится контроль только некоторых основных показателей, среди которых чаще всего проверяются разрешающая сила, величина светорассеяния, правильность разметки шкалы эффективных относительных отверстий, распределение освещенности по полю, общее качество изображения. В отдельных случаях может возникнуть необходимость в определении точной величины фокусного расстояния, рабочего отрезка и некоторых других показателей объектива.

В анаморфотной оптике целесообразна проверка сохранения юстировки системы анаморфотная насадка — объектив, которая контролируется по качеству даваемого изображения проверкой разрешающей силы, определением величины и пределов изменения анаморфотного фактора по полю кадра и в зависимости от дистанции наводки.

Исследование объективов в части определения величины различного рода остаточных аберраций при эксплуатационном контроле производить нет надобности. Студийные испытания оптики обычно заканчиваются съемкой того или другого постоянного тест-объекта с нормированным уровнем и характером освещения. Это позволяет привычным для операторов способом непосредственно сравнивать фотографическое изображение того же объекта, даваемое испытуемым объективом, с полученными при съемке другими объективами, или этим же объективом при производившемся ранее контроле.

В последнее время ряд организаций включил в состав испытаний киносъемочных объективов проверку их частотно-контрастных характеристик или кривых пограничного контраста. Можно предполагать, что эти показатели будут более комплексными объективными критериями качества объективов, близкими к результатам практических съемок. В настоящее время еще не выработана единая общепризнанная методика такого рода испытаний и не установлена степень совпадения их результатов с практической оценкой качества получаемого фотографического изображения. Тем не менее на основании предварительных данных нужно предполагать, что эти методы контроля кинооптики в ближайшее время найдут широкое применение.

1. Измерение фокусного расстояния

Величина фокусного расстояния для всех объективов (кроме объективов с переменным фокусным расстоянием) является постоянной и не изменяется в процессе эксплуатации. Вследствие этого проверка ее значения на предприятиях, использующих киносъемочные объективы, обычно не выполняется. Однако в ряде случаев оказывается необходимым знать величину фокусного расстояния объектива с большей точностью, чем 2—3%, на которые может отличаться истинное значение от указанного на оправе. Кроме того, в связи с широким распространением за последнее время объективов с переменным фокусным расстоянием оказалось целесообразным вводить в комплекс проверки измерение пределов изменения фокусного расстояния. Во всех практических случаях измерения на киностудиях величины фокусного расстояния достаточной является точность в 0,3—0,5%. Проверку рекомендуется производить в соответствии с нормалью МН-61-59 на метод измерения фокусного расстояния киносъемочных объективов, основанный на определении степени увеличения. Измерение проводится на установке, отвечающей схеме, изображенной на рис. 145. Штриховая шкала помещена в фокальной плоскости коллиматора, имеющего объектив с фокусным расстоянием не менее, чем в три раза превышающим фокусное расстояние проверяемого объектива. При этом световой диаметр коллиматорного объектива должен быть больше диаметра проверяемого для заполнения светом его входного отверстия.

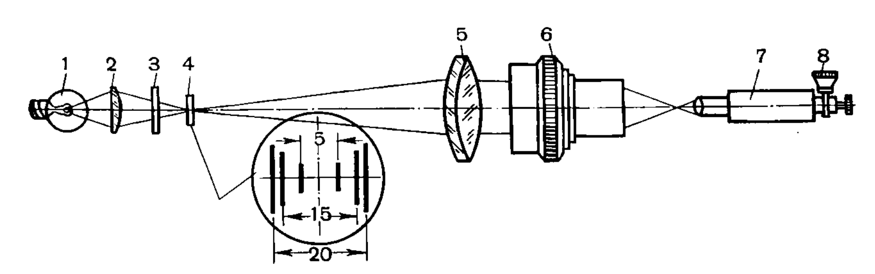


Рис. 145. Схема установки для измерения фокусного расстояния объективов:
1 — источник света, *2* — конденсор, *3* — матовое стекло, *4* — штриховая шкала, *5* — коллиматор, *6* — испытуемый объектив, *7* — микроскоп, *8* — окулярный микрометр

Испытуемый объектив и микроскоп с окулярным микрометром устанавливаются на оптической скамье соосно с коллиматором. Нужная кратность увеличения, даваемая микроскопом, достигается путем подбора соответствующих микрообъективов таким образом, чтобы получить в поле зрения окулярного микрометра приблизительно одинаковые расстояния между соответствующими штрихами шкалы, вне зависимости от величины фокусного рас-

стояния объектива. Измерения проводятся при полностью открытой диафрагме путем последовательного совмещения перекрестия окулярного микрометра с изображениями соответствующих штрихов шкалы. Определение расстояний между каждой парой симметрично расположенных штрихов повторяется пять раз и берется среднее арифметическое значение.

Величина фокусного расстояния объектива вычисляется отдельно по результатам измерения между каждой из трех пар, симметрично расположенных штрихов по формуле:

$$f = F\frac{y'}{y},$$

где: F — фокусное расстояние объектива коллиматора; y — расстояние между симметрично расположенными штрихами шкалы в коллиматоре; y' — средняя измеренная величина расстояния между изображениями соответствующих пар штрихов.

За окончательную величину фокусного расстояния объектива принимается среднеарифметическое значение, полученное из трех вычисленных.

2. Измерение коэффициента светорассеяния

Измерение величины или коэффициента светорассеяния объективов производится на специальной установке, основные параметры которой определены нормалью (МН 64-59) на метод измерения коэффициента светорассеяния.

Под коэффициентом светорассеяния S киносъемочных объективов принято понимать отношение освещенности E_1, образуемого объективом изображения черного предмета, расположенного на равномерно ярком фоне, к освещенности E_2 изображения этого фона.

$$S = \frac{E_1}{E_2},$$

или для выражения коэффициента светорассеяния в процентах

$$S = \frac{E_1}{E_2} \cdot 100\%.$$

Метод измерения коэффициента светорассеяния основан на сравнении освещенности изображения черного предмета и равномерно освещенного фона, на котором он расположен. Измерение осуществляется фотоэлектрическим способом. С целью обеспечения повторяемости результатов условия проведения испытаний и основные параметры используемой аппаратуры обусловлены упомянутой нормалью.

Измерения должны производиться на установке, отвечающей схеме рис. 146 и состоящей из следующих основных элементов:

фотометрического шара *1*, ламп *2*, освещающих внутреннюю поверхность шара, сменных пробок *3*, которые совместно с колпаком *4*, оклеенным внутри черным бархатом, являются «черным предметом», коллиматорного объектива *5*, селенового фотоэлемента *6* с ирисовой диафрагмой *7*, матового стекла *8*, зеркального гальванометра *9*, стабилизатора напряжения *10* для питания осветительных ламп и реостата *11* для регулирования напряжения на лампах. Каждый из элементов установки, в свою очередь, должен удовлетворять определенным требованиям.

Внутренний диаметр фотометрического шара должен быть не менее чем в 10—12 раз больше светового диаметра передней линзы испытуемого объектива, а его внутренняя поверхность окрашена белой матовой краской, обеспечивающей получение коэффициента отражения, близкого к единице.

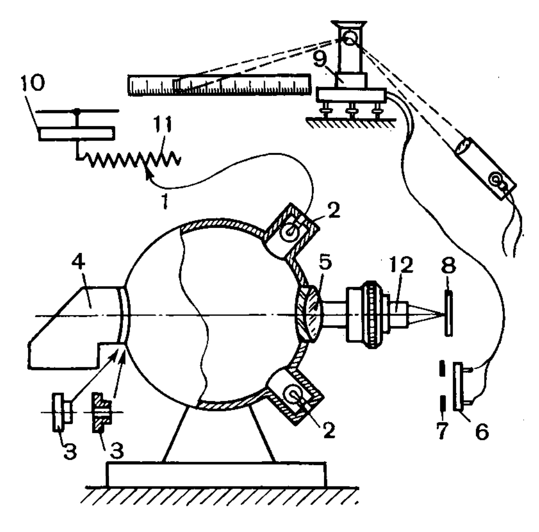


Рис. 146. Схема установки для измерения коэффициента светорассеяния

В качестве «черного предмета», расположенного на равномерно освещенном фоне, используется отверстие в окрашенной белой краской внутренней поверхности шара. Это отверстие выходит внутрь неосвещенного пространства, образуемого специальным колпаком, оклеенным по внутренней поверхности черным бархатом.

Таким образом, свет, равномерно освещающий внутреннюю поверхность фотометрического шара, пройдя через отверстие в полость зачерненного колпака, обратно не отражается, что и обеспечивает получение фактически абсолютно черного участка на освещенном фоне.

Размер «черного предмета» может изменяться применением сменных пробок, имеющих отверстия различного диаметра, что необходимо при испытании объективов разного фокусного расстояния. Кроме пробок с различным размером отверстий в набор входит одна пробка без отверстия. Передняя часть всех пробок, обращенная внутрь фотометрического шара, окрашена в белый цвет той же краской, что и внутренняя поверхность шара. Обратная сторона пробок и внутренняя часть отверстий в них окрашены черной матовой краской.

Равномерность освещения поверхности фотометрического шара обеспечивается применением нескольких ламп накаливания, расположенных по окружности, за пределами сферы. При этом равномерность освещения по поверхности должна обеспечиваться с отклонениями, не превышающими $\pm 5\%$. Постоянство режима работы осветительных ламп достигается их питанием через стабилизатор напряжения.

Применяемый в установке селеновый фотоэлемент должен иметь светочувствительную поверхность не меньше 12,5 *см*². Перед ним устанавливается ирисовая диафрагма, позволяющая ограничивать в нужных пределах величину используемой при измерении площади. В плоскости, соответствующей положению фотоэлемента, вместо него можно помещать матовое стекло со шкалой, имеющей миллиметровые деления. По этой шкале измеряется размер изображения черного предмета, даваемый тем или другим проверяемым объективом. Фотоэлемент подключается к зеркальному гальванометру, имеющему шкалу с ценой деления 10^{-10} — 10^{-9} *А/мм/м*.

При проверке длиннофокусных объективов (с фокусным расстоянием больше 100 *мм*) применяется дополнительный коллиматорный объектив с фокусным расстоянием, приблизительно равным диаметру используемого фотометрического шара, и световым диаметром, превышающим диаметр первой линзы испытуемых объективов. Коллиматорный объектив должен быть просветленным и иметь минимально возможную величину собственного светорассеяния.

Перед началом измерений в отверстие фотометрического шара перед черным колпаком вставляется одна из пробок с отверстием, соответствующим фокусному расстоянию объектива, подлежащего проверке, а против выходного отверстия фотометрического шара закрепляется в держателе объектив. После включения ламп, освещающих внутреннюю поверхность, производится фокусирование изображения черного предмета по матовому стеклу. При этом одновременно по шкале определяется диаметр изображения. Если пробка по размеру отверстия для данного объектива выбрана правильно, то диаметр изображения отверстия, являющегося черным телом, должен находиться в пределах 10—12 *мм* (при испытании объектива с фокусными расстояниями 12—20 *мм* допустимо уменьшение диаметра до 3 *мм*, а для объективов с фокусными расстояниями 22—40 *мм* — до 5 *мм*). После этого вместо матового стекла в плоскости изображения устанавливается фотоэлемент и его рабочая площадь ограничивается ирисовой диафрагмой до величины приблизительно на 20% меньше, чем размер изображения черного предмета.

Осветительная система для обеспечения стабильного режима должна быть включена на полное рабочее напряжение не менее чем за 5 *мин* до снятия первого отсчета.

Перед измерением фотоэлемент закрывается крышкой, исключающей возможность попадания на него света, и фиксируется положение нулевой точки на шкале гальванометра. После этого крышка снимается и берется первый отсчет, который пропорционален освещенности E_1 — изображения черного предмета. Пробка с отверстием заменяется сплошной, окрашенной белой краской, и без изменения взаимного положения фотометрического шара, испытуемого объектива и фотоэлемента берется второй отсчет, пропорциональный в этом случае E_2 — освещенности изображения фона. Оба замера попеременно повторяют 3—5 раз и находят среднее арифметическое значение для каждого из них. Вычисление коэффициента светорассеяния производят по указанным выше формулам, подставляя в них полученные значения E_1 и E_2.

При измерении светорассеяния киносъемочных объективов с фокусными расстояниями больше 100 *мм* в наружное отверстие фотометрического шара устанавливается коллиматорный объектив, а испытуемый — соосно с ним и возможно ближе. В этом случае полученная после вычисления величина светорассеяния должна быть уменьшена на величину светорассеяния самого коллиматорного объектива, которая должна быть предварительно измерена.

3. Измерение коэффициента светопропускания

Коэффициентом светопропускания киносъемочного объектива принято называть отношение величины светового потока, прошедшего через данный объектив, к величине потока, падающего на его первую линзу.

Измерение величин световых потоков производится фотоэлектрическим способом при помощи фотоэлемента и гальванометра соответствующей чувствительности. Коэффициент светопропускания объектива вычисляется на основании результатов измерения по формуле:

$$T = \frac{F_1}{F_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{m_1}{m_2},$$

где: T — коэффициент светопропускания объектива; F_1 — величина светового потока, прошедшего через объектив; F_2 — величина светового потока, падающего на объектив; E_1 — величина освещенности на поверхности фотоэлемента, создаваемая световым потоком, прошедшим через объектив; E_2 — величина освещенности на поверхности фотоэлемента, создаваемая световым потоком, падающим на объектив; m_1 и m_2 — показания гальванометра, соответствующие E_1 и E_2.

Измерение коэффициента светопропускания киносъемочных объективов может производиться на установке, схема которой показана на рис. 147. Лампа *1* осветителя для поддержания постоянства величины светового потока в течение всего времени

проведения измерений питается через стабилизатор напряжения. Точечная диафрагма *3*, расположенная в фокальной плоскости, хорошо коррегированного коллиматорного объектива *4*, имеет круглое отверстие диаметром 1—2 *мм* и освещается через конденсор *2*.

Ирисовая диафрагма *5* устанавливается между коллиматорным и проверяемым объективами и служит для ограничения диаметра параллельного пучка лучей, выходящих из объектива коллиматора. Ее диаметр регулируется таким образом, чтобы пучок лучей, пáдающих на проверяемый объектив, был на 1—3 *мм* меньше

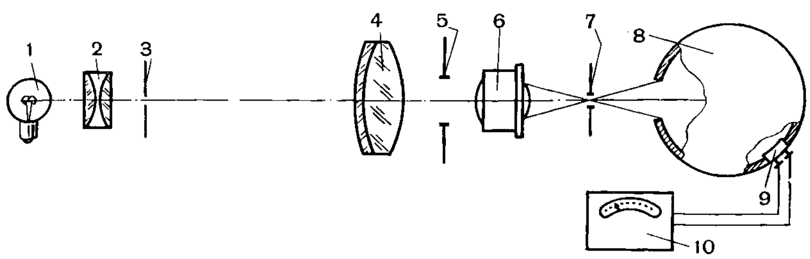


Рис. 147. Схема установки для измерения коэффициента светопропускания

диаметра его входного зрачка. Ограничивающая ирисовая диафрагма *7* помещается в плоскости изображения проверяемого объектива; диаметр ее отверстия должен быть на 0,5—0,7 *мм* больше диаметра изображения диафрагмы *3*, строящегося объективом *6* в этой плоскости.

Используемый при измерении фотометрический шар *8* должен иметь белую диффузно-отражающую внутреннюю поверхность с коэффициентом отражения, близким к единице. В стенке шара на оптической оси измерительной установки находится круглое отверстие, по диаметру превышающее входной зрачок испытуемого объектива. В стороне от оптической оси должно быть второе отверстие для фотоэлемента.

Селеновый фотоэлемент *9* имеет рабочую светочувствительную поверхность около 25 *см*² и снабжен ирисовой диафрагмой, расположенной возможно ближе к светочувствительному слою. Она служит для уменьшения площади светочувствительной поверхности фотоэлемента в тех случаях, когда в этом встречается необходимость. Зеркальный гальванометр *10* рекомендуется применять с ценой деления 10^{-10} —10^{-9} *А/мм/м*.

Перед началом измерений следует тщательно проверить чистоту наружных оптических поверхностей объектива и коллиматора. Измерить диаметр входного зрачка проверяемого объектива и отрегулировать размер отверстия ирисовой диафрагмы коллиматора таким образом, чтобы ее диаметр был на 1—3 *мм* меньше. Затем установить объектив в держателе, а в плоскости изображения поместить ограничительную ирисовую диафрагму. При этом следует проверить, проходит ли через ее отверстие весь световой поток, создающий изображение освещенной диафрагмы *3* коллиматора.

Измерения производят в затененном помещении, чтобы исключить вредное влияние постороннего света.

После этого следует перекрыть световой поток на испытуемый объектив непрозрачным материалом и, включив гальванометр в цепь фотоэлемента, определить нулевую точку на его шкале. Затем открыть доступ света к объективу и зафиксировать показание гальванометра, соответствующее величине светового потока F_1, прошедшего через объектив. После этого проверяемый объектив с ограничивающей диафрагмой *7* убирают и проводят второе измерение, соответствующее световому потоку F_2, падающему на объектив.

Оба измерения повторяют последовательно 3—5 раз и находят средние арифметические значения показаний гальванометра для каждого положения (F_1 и F_2). При всех замерах следует проверять положение нулевой точки на шкале гальванометра и, в случае ее смещения, вносить соответствующие поправки.

На основании средних данных, полученных в результате измерения, вычисляется величина T коэффициента светопропускания киносъемочного объектива.

4. Измерение величины эффективного относительного отверстия

Эффективным относительным отверстием киносъемочного объектива $1 : n_э$ называется эквивалентное ему геометрическое относительное отверстие $1 : n$ «идеального» объектива, имеющего коэффициент светопропускания, равный единице, и создающего одинаковую с реальным объективом среднюю освещенность в пределах круглой площадки диаметром 10 *мм*, расположенной в центре поля изображения.

Величина $n_э$ для объектива с круглым отверстием может быть вычислена по формуле:

$$n_э = \frac{n}{\sqrt{\tau}},$$

где τ — коэффициент светопропускания объектива, выражающийся отношением пропускаемого объективом светового потока в пределах центрального пучка лучей диаметром 10 *мм* в плоскости поля изображения к световому потоку, пропускаемому «идеальным» объективом с таким же геометрическим отверстием в тех же условиях.

Метод измерения величины эффективного относительного отверстия основан на сравнении светового потока от равномерного по яркости протяженного источника света, пропускаемого объективом на центральную площадку в его фокальной плоскости, со световым потоком от того же источника света, пропускаемым на ту же площадку «идеальным» объективом. При этом в качестве «идеального» объектива с различными относительными отверстиями используются градуировочные диафрагмы, устанавливаемые

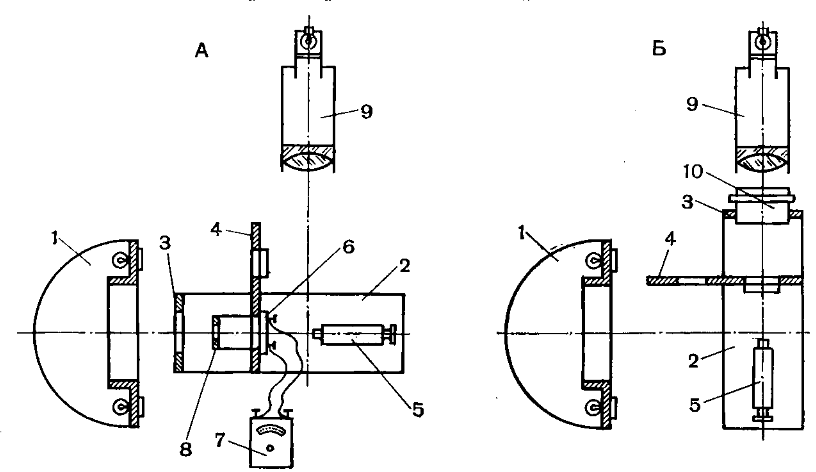


Рис. 148. Схема установки для измерения эффективного относительного отверстия объективов:

1 — осветитель, *2* — оптическая скамья или суппорт, *3* — объективодержатель, *4* — держатель фотоэлемента и матового стекла, *5* — микроскоп с увеличением $15-20^{\times}$, *6* — фотоэлемент, *7* — гальванометр, *8* — градуировочная диафрагма, *9* — коллиматор с осветительным устройством и мирой, *10* — проверяемый объектив

на расстоянии 60—80 *мм* от плоскости диафрагмы, ограничивающей размер рабочей площади используемого при измерении фотоэлемента.

Устройство для измерения величины эффективного относительного отверстия киносъемочных объективов должно соответствовать схеме рис. 148.

Осветитель выполнен в виде полусферы, внутренняя поверхность которой окрашена белой диффузно-отражающей краской, освещаемой лампами накаливания, расположенными вокруг выходного отверстия осветителя и закрытых с наружной стороны специальным козырьком, исключающим попадание прямого света в объектив. Угловой размер отверстия осветителя должен превышать угол поля изображения проверяемого объектива не менее чем на 10°. Видимая часть поверхности полусферы осветителя, являющаяся источником света при измерении, должна иметь равномерную яркость с отклонениями, не превышающими 5% по всему видимому полю.

Для обеспечения постоянства яркости в течение всего времени измерения лампы осветителя питаются через стабилизатор, а нужное напряжение на них устанавливается при помощи реостата или регулировочного автотрансформатора и контролируется по вольтметру класса точности 0,5. Режим работы ламп осветителя измерительной установки подбирается таким образом, чтобы обеспечивалась цветовая температура излучения в интервале 2900—3200° абсолютной шкалы.

Для измерения величин световых потоков применяется селеновый фотоэлемент и соответствующий по чувствительности гальванометр. Спектральная характеристика восприимчивости фотоэлемента приведена к характеристике зеленочувствительного слоя цветной негативной пленки путем применения специального цветного корректирующего светофильтра (может быть использован светофильтр ЗС-1 толщиной 2 *мм*). Перед фотоэлементом также устанавливается ограничивающая диафрагма с круглым отверстием диаметром $10 \pm 0{,}1$ *мм* для измерения величины только центральной части светового пучка.

Суппорт, на котором крепятся держатели объектива, фотоэлемента и калиброванных диафрагм, а также микроскоп, должен поворачиваться на 90° для поочередной соосной установки с коллиматором или осветителем. Микроскоп, кроме того, перемещается вдоль оптической оси, а держатель фотоэлемента, служащий одновременно для крепления матового стекла, должен позволять устанавливать их поочередно на оси системы в одной плоскости. Перед фотоэлементом находится специальная оправа для крепления сменных градуировочных диафрагм, которые помещаются на расстоянии L от плоскости диафрагмы, ограничивающей его рабочую поверхность. Диаметр D отверстия градуировочной диафрагмы определяется по формуле:

$$D = 2L \cdot \mathrm{tg} \cdot u',$$

где: u' — arccsc $(2n_э)$ — половина апертурного угла градуировочной диафрагмы.

Отклонения фактических диаметров градуировочных диафрагм от расчетных не должны превышать у диафрагм больше 25 *мм* $\pm 0{,}1$ *мм*, у диафрагм от 10 до 25 *мм* $\pm 0{,}05$ *мм* и у диафрагм от 3 до 10 *мм* $\pm 0{,}02$ *мм*.

Для упрощения работы по измерению эффективных относительных отверстий киносъемочных объективов целесообразно рассчитать все градуировочные диафрагмы применительно к какому-либо одному расстоянию L и изготовить держатель, обеспечивающий их установку на этом расстоянии от плоскости, ограничивающей диафрагмы фотоэлемента.

С помощью калиброванных диафрагм шкала гальванометра должна быть отградуирована при выбранном режиме накала ламп

в значениях эффективных относительных отверстий и построены соответствующие градуировочные кривые.

При измерении суппорт или оптическую скамью с градуировочной диафрагмой и фотоэлементом устанавливают соосно с осветительным устройством (рис 148, *А*), включают лампы, проверяют по вольтметру величину подаваемого на них напряжения. При закрытом непрозрачным материалом отверстии градуировочной диафрагмы контролируется нулевое положение гальванометра, а после открытия отверстия градуировочной диафрагмы проверяются в соответствии с графиком показание гальванометра и стабильность фотоэлемента.

Затем градуировочную диафрагму с тубусом-держателем и и фотоэлементом снимают, и в объективодержатель закрепляют испытуемый киносъемочный объектив. Оптическую скамью поворачивают на 90° и устанавливают соосно с коллиматором (рис. 148, *Б*), держатель фотоэлемента и матового стекла ставят так, чтобы последнее находилось на оптической оси. Наблюдая в микроскоп, проводят фокусирование проверяемого объектива на поверхность матового стекла, которая совпадает с плоскостью ограничивающей диафрагмы фотоэлемента. После этого ограничивающую диафрагму перемещают на место, где находится матовое стекло.

Оптическую скамью поворачивают на 90° и вновь располагают соосно с осветителем; устанавливают фотоэлемент и, при полностью открытой ирисовой диафрагме объектива, берут отсчет показаний гальванометра. По соответствующей градуировочной кривой определяется максимальное эффективное относительное отверстие объектива.

Аналогичным способом может осуществляться проверка или определение величин эффективных относительных отверстий при любых промежуточных значениях открытия диафрагмы объектива. Для этой цели используются градуировочные кривые, построенные для имеющегося комплекта диафрагм измерительной установки.

5. Определение величины виньетирования

Виньетированием принято называть снижение освещенности к краям поля изображения, происходящее за счет уменьшения действующей площади входного зрачка объектива, вызываемого частичным ограничением его оправой прохождения наклонных пучков лучей. Так как виньетирование не является единственной причиной падения освещенности к краям поля изображения, то метод определения не может основываться на ее измерении. Для определения величины виньетирования измеряют видимый диаметр входного зрачка киносъемочного объектива для различных углов поля зрения. Уменьшение диаметра зрачка для

каждой точки будет характеризовать для нее величину падения освещенности за счет виньетирования.

$$K_{\omega}=\frac{D}{D_0}\cdot 100\%,$$

где: D — диаметр входного зрачка объектива для данного угла поля изображения; D_0 — диаметр входного зрачка объектива для центра поля изображения.

Измерения могут выполняться на универсальной оптической скамье (рис. 149), снабженной дополнительной диафрагмой

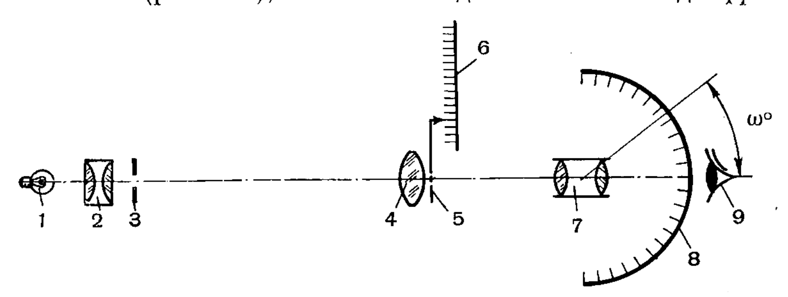


Рис. 149. Схема определения величины виньетирования:
1 — лампа, 2 — конденсор осветителя, 3 — диафрагма, 4 — объектив коллиматора, 5 — подвижная рамка с нитью, 6 — отсчетная шкала, 7 — проверяемый объектив, 8 — шкала поворотного устройства, 9 — глаз наблюдателя

с круглым отверстием диаметром 0,2—0,3 *мм* и подвижной рамкой с нитью, перемещаемых микрометрическим винтом.

Диафрагма с круглым отверстием устанавливается в фокальной плоскости объектива коллиматора, а его осветитель регулируется таким образом, чтобы круглое отверстие было освещено равномерно. Проверяемый объектив укрепляется в объективодержателе и центрируется относительно коллиматора. На оправу объектива коллиматора крепится рамка с подвижной отсчетной нитью.

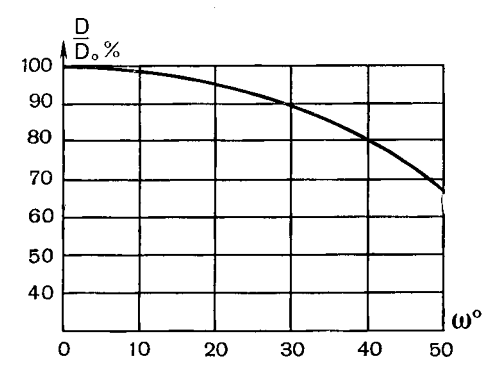


Рис. 150. График результатов измерения величины виньетирования

Рассматривая невооруженным глазом, находящимся на продолжении оси коллиматора, освещенный входной зрачок объектива, поочередно совмещают нить рамки с левым и правым краями входного зрачка. Измеренный диаметр зрачка равен разности отсчетов, соответствующих этим двум положениям рамки.

Таким же способом производится измерение видимого диаметра входного зрачка для различных углов поля. Для этого держатель с проверяемым объективом смещается вместе с поворотным рычагом универсальной оптической скамьи на угол $\pm\omega$ относительно оси и измерения производятся через каждые 3—5°. Для каждой точки замеры повторяются 2—3 раза и находится среднее арифметическое значение величины диаметра для соответствующих положительных и отрицательных углов.

Результаты измерения наносятся на график (рис. 150). По оси абсцисс откладываются значения углов поля зрения объектива, а по оси ординат — отношения измеренных диаметров входного зрачка объектива для данного угла к его диаметру в центре поля.

6. Измерение распределения освещенности по полю изображения

Освещенность, создаваемая объективом в плоскости изображения, при объекте, имеющем равномерную яркость, как известно, не одинакова по всему кадру и обычно убывает по мере удаления от центра к краям поля изображения. Величина падения освещенности изображения в той или другой точке кадра зависит от угла наклона главного луча, приходящего в эту точку, к оптической оси объектива и от величины виньетирования. Для большинства конструкций киносъемочных объективов величина освещенности в любой точке поля изображения может быть выражена по отношению к ее значению на оси следующей зависимостью:

$$E' = E_0 K_\omega \cos^4 \omega,$$

где E' — величина освещенности в точке поля изображения; E_0 — величина освещенности изображения на оптической оси объектива; K_ω — величина виньетирования; ω — угол между оптической осью объектива и лучом, проходящим через центр входного зрачка и точку поля изображения, для которой определяется величина освещенности.

Следует отметить, что в некоторых специальных конструкциях объективов указанная выше закономерность распределения освещенности по полю изображения нарушается и окончательное суждение о ее характере и величине может быть сделано только на основании измерений.

Определение величины и распределения освещенности по полю производится путем измерения освещенности в различных точках, симметрично отстоящих от оси, и выполняется на установке, которая может соответствовать схеме, показанной на рис. 151.

Осветитель состоит из полусферы, внутренняя поверхность которой окрашена белой диффузно-отражающей свет краской, и освещается лампами накаливания, расположенными по окруж-

ности. Свободный диаметр осветителя должен быть не меньше 200 *мм*, а осветительные лампы закрыты со стороны проверяемого объектива защитным козырьком, исключающим возможность попадания прямого света. Система крепления осветителя должна позволять перемещать его по окружности с центром, совпадающим с центром входного зрачка объектива. При этом должна также иметься возможность в необходимых пределах изменять расстояние от объектива до осветителя и поворачивать последний вокруг собственной оси. В крайнем случае перемещение осветителя по указанной окружности может быть заменено его движением поперек и вдоль оптической оси измерительной установки. Видимая со стороны проверяемого объектива освещенная поверхность полусферы должна иметь равномерную яркость с отклонениями, не превышающими 5% в пределах всей поверхности.

Рис. 151. Схема установки для измерения распределения освещенности по полю кадра:

1 — осветитель, *2* — объектив, *3* — фотоэлемент, *4* — пластина с отверстием, *5* — зеркало, *6* — автоколлимационная трубка

Для поддержания постоянства яркости в течение всего времени измерения лампы осветителя питаются через стабилизатор напряжения, а величина подаваемого на них напряжения регулируется реостатом и контролируется по вольтметру класса точности 0,5.

Фотоэлектрическое устройство, служащее для измерения яркости в отдельных точках поля изображения, состоит из селенового фотоэлемента, непрозрачной пластинки с двумя круглыми отверстиями диаметром 2 и 4 *мм* и зеркального гальванометра. Непрозрачная пластина с отверстиями располагается перед фотоэлементом, и ее отверстия ограничивают величину измеряемой площади. Фотоэлемент должен быть практически свободен от тока «сползания» и иметь минимальное значение зависимости чувствительности от температуры в диапазоне 15—50° С, а также неравномерность чувствительности по поверхности — не более 3%.

На оптической скамье или суппорте измерительной установки имеется держатель для проверяемого объектива и приспособление, перемещаемое вдоль оси, для крепления фотоэлемента, непрозрачной пластинки с отверстиями и зеркала, расположенного в одной плоскости с пластинкой. Зеркало служит для точной установки в фокальной плоскости объектива по автоколлимационной трубке. Держатель фотоэлемента, пластинки и зеркала должны передвигаться в направлении, перпендикулярном оптической

оси для помещения на ней, в зависимости от необходимости, зеркала или фотоэлемента, а также для перемещения фотоэлемента с ограничивающим отверстием по полю изображения объектива в процессе измерения.

Кроме того, для расположения пластины с отверстием в фокальной плоскости проверяемого киносъемочного объектива весь суппорт с объективодержателем и держателем фотоэлемента должен поворачиваться на 45° относительно оптической оси установки без нарушения взаимного положения объектива, фотоэлемента, зеркала и пластины с отверстием таким образом, чтобы ось объектива совпала с оптической осью автоколлимационной трубки.

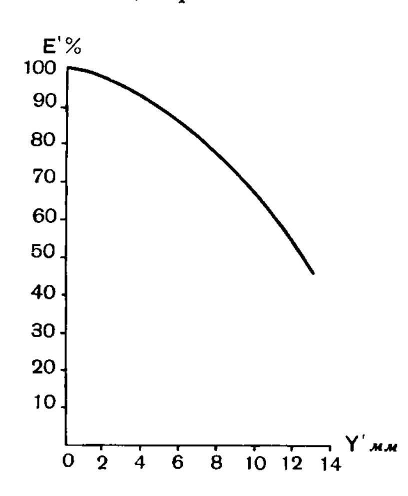


Рис. 152. График распределения освещенности по полю кадра

Перед началом измерений проверяется чистота всех наружных оптических поверхностей объектива, и он закрепляется в держателе установки. Суппорт с объективодержателем поворачивается на 45°, и по автоколлимационной трубке зеркало устанавливается в фокальной плоскости объектива. После этого взаимное положение держателя объектива и держателя фотоэлемента не должно изменяться до конца измерения. Суппорт возвращается в исходное положение и становится соосно с осветителем, а на место зеркала перемещается пластинка с отверстием, которое в данном случае должно быть расположено на оптической оси объектива. (В зависимости от величины фокусного расстояния объектива используется отверстие диаметром 2 или 4 *мм*.) После включения ламп осветителя напряжение на них регулируется таким образом, чтобы гальванометр давал 100% отклонения. Проверка нулевого положения гальванометра производится при объективе, закрытом светонепроницаемым колпачком, в этом случае гальванометр должен быть на нуле. Целесообразно несколько раз проверить правильность положения нуля и 100% отклонения гальванометра, после чего приступать к проведению измерений.

В процессе измерений держатель с фотоэлементом и пластинкой с отверстиями перемещается перпендикулярно оптической оси так, чтобы измеряемые точки следовали через 1 или 2 *мм* относительно друг друга и располагались симметрично по отношению к центру поля изображения (центру кадра), т. е. оптической оси объектива. Определение распределения освещенности по полю изображения всегда производится при полном относительном отверстии объектива.

Если выходное отверстие осветителя при установленном расстоянии измерения недостаточно по своему размеру для покрытия всего поля зрения проверяемого объектива, что бывает часто в случаях испытания широкоугольных объективов, то следует для каждой измеряемой точки соответственно перемещать и осветитель с таким расчетом, чтобы изображение освещенной поверхности всегда полностью покрывало измеряемое место в пространстве изображений.

Для объективов, используемых при съемке фильмов на 35-*мм* кинопленке, измеряемые точки, с соответствующими интервалами, располагаются до расстояния 12,5 *мм* по обе стороны от оптической оси, а для объективов, применяемых с пленкой шириной 70 *мм*, соответственно до 26 *мм*.

На основании результатов измерений определяется среднее арифметическое значение величины освещенности для каждой пары точек, расположенных симметрично относительно оптической оси, и строится график распределения освещенности по полю в относительных величинах, принимая за 100% значение, полученное в центре поля на оси объектива (рис. 152). На графике часто приводится также кривая, соответствующая расчетному значению распределения освещенности, пропорциональному $\cos^4 \omega$ для испытуемого объектива.

7. Измерение фотографической разрешающей силы

Фотографической разрешающей силой объектива называется его способность раздельно воспроизводить мелкие детали в различных частях поля изображения. Величина разрешающей силы выражается предельным числом линий (штрихов) на один миллиметр, еще видимых раздельно в негативе. При этом негативный материал, используемый при определении разрешающей силы объективов, условия его обработки и рецептура проявителя строго нормируются.

Определение фотографической разрешающей силы объективов производится путем фотографирования радиальных или штриховых мир абсолютного контраста. В первом случае величина разрешающей силы определяется на основании измерения в негативе диаметра размытой части изображения радиальной миры, во втором — по квадрату с наибольшим количеством штрихов, видимых в негативе раздельно во всех направлениях.

При испытании киносъемочных объективов с фокусными расстояниями до 150 *мм* съемка отдельных мир или щита с их набором выполняется с дистанции, превышающей фокусное

расстояние не менее чем в 30 раз. При испытании объективов с фокусными расстояниями свыше 150 *мм* съемка мир может производиться через коллиматор. В этом случае изображение миры, образованное коллиматором, должно соответствовать расстоянию не менее 1000 фокусных расстояний проверяемого объектива. Во всех случаях объектив устанавливается в специальную точную малоформатную фотокамеру, обеспечивающую возможность перемещения пленки вдоль оптической оси и фиксацию ее положения с точностью не менее 0,02 *мм*. Кроме того, в такой камере всегда должно строго сохраняться плоскостное положение пленки, что обычно достигается использованием специального вакуумного присоса или пневматического прижима.

Радиальные — 36 и 72-лучевые миры (рис. 153) или штриховые (рис. 154) как в случае съемки щита, так и при использовании коллиматора должны быть мирами абсолютного контраста, освещаемыми проходящим светом. Для определения разрешающей силы объектива не только в центре, но и по полю кадра миры на щите или в коллиматоре должны быть расположены таким образом и в таком количестве, чтобы их изображения, при принятой дистанции съемки, располагались в горизонтальном направлении по всему полю кадра.

Точная фотокамера с проверяемым объективом ставится относительно щита с мирами или коллиматора так, чтобы оптическая ось объектива была перпендикулярна плоскости, в которой находятся миры, и проходила через центр средней из них. Перпендикулярность оптической оси объектива должна соблюдаться с точностью 3′, и ее проверка выполняется методом автоколлимации.

При определении разрешающей силы фокусирование объектива и съемка мир производятся при полностью открытой диафрагме. Первоначальная наводка на резкость выполняется визуально по изображению центральной миры, наблюдаемому на прозрачном или матовом стекле точной фотокамеры. Для нахождения абсолютного максимума резкости съемка мир производится не только по визуальной наводке, но также со смещением плоскости пленки вперед и назад в нескольких положениях с интервалами от 0,02 до 0,1 *мм* в зависимости от фокусного расстояния и величины относительного отверстия объектива.

Съемка осуществляется без применения светофильтров на черно-белой кинопленке типа «АМ» (или аналогичной ей) со светочувствительностью 45—65 единиц ГОСТа и коэффициентом контрастности 0,65. Пленка должна иметь плотность вуали не выше 0,12, разрешающую способность не ниже 70 *лин/мм* (по ГОСТу 2819—45) и предел сенсибилизации 660 *ммк*. Величина экспозиции должна обеспечить получение оптической плотности изображения прозрачных элементов миры в центре поля кадра от 0,8 до 1,0 за вычетом плотности вуали.

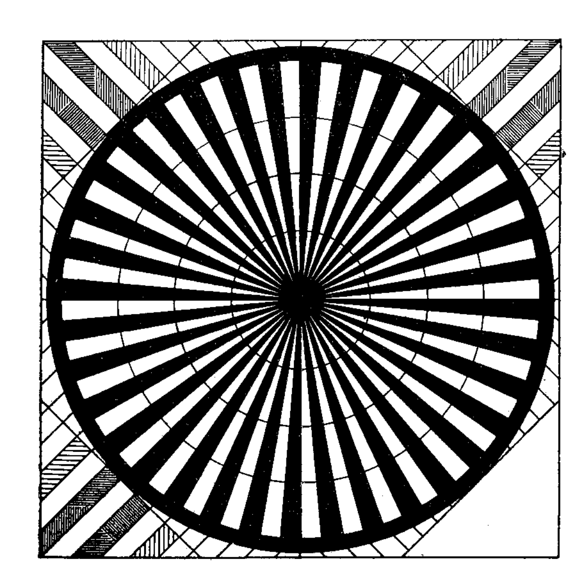


Рис. 153. Радиальная мира

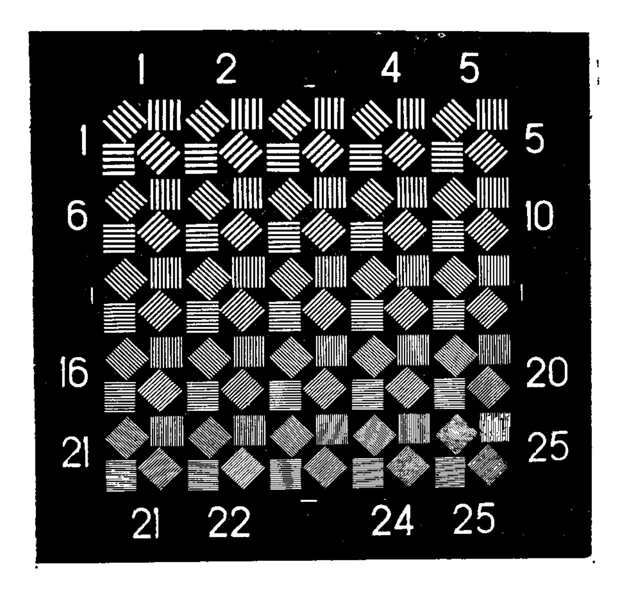


Рис. 154. Штриховая мира

Проявление снятого материала производится до значения коэффициента контрастности $\gamma=0{,}55$ в негативном проявителе типа «НМ» следующего состава:

Метол	1,5 *г*
Гидрохинон	1,0 *г*
Сульфит безводный	100,0 *г*
Бура	1,5 *г*
Борная кислота	2,0 *г*
Бромистый калий	0,15 *г*
Вода до	1 *л*

Температура проявителя должна быть равна 18° С и поддерживаться с точностью ±0,5° С.

Определение величины фотографической разрешающей силы объектива, в случае использования радиальных мир, производится на основании измерения размеров размытых центральных частей изображения мир в негативе и не зависит от масштаба съемки. При этом должны быть измерены величины размытой части изображения как центральной миры, так и мир, расположенных по обе стороны от нее, — по зоне кадра. С каждой стороны (в каждой зоне) промеряется не менее четырех мир, включая крайнюю, находящуюся на расстоянии, равном приблизительно половине диагонали кадра. Измерение размытой части изображения каждой миры осуществляется в двух взаимно-перпендикулярных направлениях — горизонтальном и вертикальном — при помощи измерительного микроскопа с увеличением 30×. Если максимальный размер размытой части изображения какой-либо из мир не совпадает с одним из указанных двух направлений, то производится третье измерение в направлении наибольшей размытости.

Численное значение разрешающей силы для каждой точки, в которой находятся изображения центров мир, определяется по максимальному размеру размытой части изображения и вычисляется при мире, имеющей 36 лучей, по формуле:

$$R=\frac{36}{\pi d},$$

где d — измеренный диаметр размытой части изображения миры в негативе.

При использовании для определения разрешающей силы радиальных мир, имеющих 72 луча, в указанной формуле в числителе должна быть поставлена цифра 72.

В случае применения штриховых мир величина фотографической разрешающей силы определяется при тех же условиях рассматривания негатива по квадрату с наибольшим количеством штрихов, раздельно видимых во всех направлениях. При этом должен учитываться масштаб, при котором производилась съемка.

8. Измерение коэффициента анаморфирования и проверка афокальности анаморфотных киносъемочных систем

Измерение коэффициента анаморфирования

При контроле киносъемочной оптики (насадок и блоков) для съемки широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением возникает необходимость измерения коэффициента анаморфирования в центре поля при наводке на бесконечность и величины его изменения при фокусировании системы на более близкие конечные дистанции. Кроме того, подлежит определению степень изменения коэффициента анаморфирования по полю кадра.

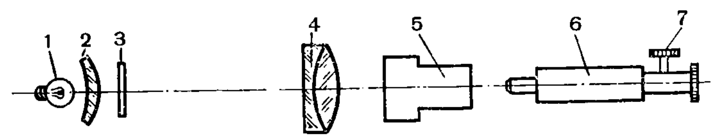


Рис. 155. Схема установки для измерения коэффициента анаморфирования:

1 — источник света, *2* — конденсор, *3* — мира, *4* — объектив коллиматора, *5* — анаморфотный блок, *6* — микроскоп, *7* — окулярный микрометр

Измерение коэффициента анаморфирования в соответствии с ГОСТом 9040—59 для центра поля осуществляется на оптической скамье путем измерения окулярным микрометром размеров изображения квадратной или круглой миры, установленной в фокальной плоскости коллиматора. Изображение миры измеряется в вертикальном и горизонтальном направлениях на установке, соответствующей схеме на рис. 155.

Отношение измеренных горизонтального и вертикального размеров изображения миры выражает величину коэффициента анаморфирования проверяемой системы на оси для положения, соответствующего наводке на бесконечность.

$$A=\frac{\beta_г}{\beta_в}.$$

Номинальное значение коэффициента анаморфирования для съемочных объективов, предназначенных к использованию в системе широкоэкранного кинематографа, принято равным 0,5. Отклонения от этой величины при изменении дистанции наводки в пределах от 1,5 *м* до ∞ для центра поля не должны превышать ±0,025.

Величина коэффициента анаморфирования на дистанциях наводки 1,5; 3 и 5 *м*, установленных ГОСТом, определяется фотографированием квадратной или круглой миры с последующим измерением размеров ее изображения в негативе в горизонтальном и вертикальном направлениях при помощи измерительного микро-

скопа или компаратора. На основании результатов измерений находится значение коэффициента анаморфирования для каждой дистанции и пределы его изменения. При установлении общего предела изменения должна учитываться и величина коэффициента анаморфирования, полученная для дистанции «бесконечность» при предыдущем измерении.

Изменение коэффициента анаморфирования по полю кадра, т. е. по горизонтали, проходящей через его центр от одного края к другому, производится также фотографическим путем. Проверяемым блоком или насадкой с соответствующим объективом снимается щит с такими же квадратными или круглыми мирами, расположенными в одной плоскости и на одной горизонтальной оси. Фотографирование осуществляется таким образом, чтобы изображение центральной миры на щите совпадало с центром кадра, а остальные располагались по горизонтали от одного

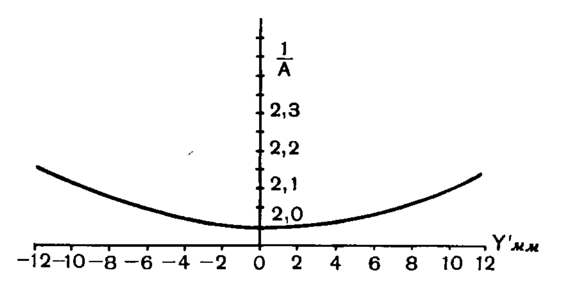


Рис. 156. График изменения коэффициента анаморфирования по полю кадра

края кадра до противоположного. Размер изображения каждой из мир в горизонтальном и вертикальном направлениях измеряется, так же как и в предыдущем случае. По результатам измерений вычисляется коэффициент анаморфирования для каждой из мир, и на основании полученных значений строится график изменения коэффициента анаморфирования по полю кадра. По оси абсцисс от нуля, соответствующего центру средней миры и середине кадра, откладываются расстояния, пропорциональные расстояниям до центров изображений соответствующих мир, а по оси ординат — величины, обратные коэффициентам анаморфирования, вычисленные для изображения каждой миры $\left(\frac{1}{A}\right)$. Образец такого графика приведен на рис. 156.

Проверка афокальности анаморфотных насадок

Любая киносъемочная анаморфотная насадка должна быть афокальна и, следовательно, не должна изменять величину вершинного фокусного расстояния объектива, с которым она при-

меняется. Несоблюдение этого требования допускается только в пределах, обусловленных ГОСТом 9040—59, и не должно вызывать изменений величины вершинного фокусного расстояния для объективов с фокусным расстоянием от 40 до 100 *мм* более, чем на $\pm 0{,}03$ *мм*. Отклонение от афокальности определяется на оптической скамье методом измерения величины вершинного фокусного расстояния объектива с насадкой и без нее. Разность полученных результатов и будет выражать степень несоблюдения афокальности насадки.

9. Снятие кривой пограничного контраста

Одним из новых методов, претендующих на получение комплексных объективных показателей качества киносъемочных объективов, является снятие так называемых *переходных характеристик* или *кривых пограничного контраста*. Суть метода заключается в том, что исследуется изображение резкой прямолинейной границы между ярко освещенным и совершенно темным участками поля. Вследствие того, что ни один объектив не дает неискаженного изображения объекта съемки, граница между черным и белым в фокальной плоскости, где строится изображение, не соответствует полностью характеру границы тест-объекта. Между освещенным и темным участками образуется зона более или менее плавного перехода от освещенной к темной части изображения. Протяженность этой зоны и распределение в ней освещенности могут характеризовать качество даваемого объективом изображения, а следовательно, и качество самого объектива.

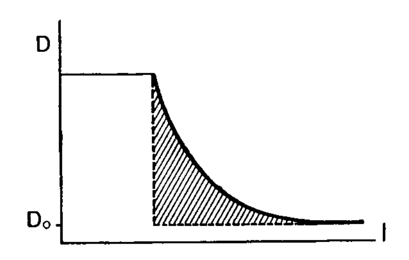


Рис. 157. Пограничная кривая, соответствующая участку переходной зоны:

пунктир — для идеального объектива, сплошная линия — для реального объектива

На рис. 157 пунктиром показана пограничная кривая, соответствующая переходной зоне идеального объектива, а сплошной линией — некоторого реального. Заштрихованная площадь соответствует участку, который имеется в изображении, но отсутствует в оригинале и, следовательно, является продуктом искажений, вносимых объективом. В ряде работ делается попытка количественно выразить размер искажений, вносимых объективом путем приравнивания их к площади, ограничиваемой кривой реального объектива и идеального (заштрихованный участок). В других случаях рекомендуется в качестве количественного критерия принять угол наклона этой кривой. Недостаточность экспериментального материала пока не дает возможности делать окончательные выво-

ды, однако несомненно, что, чем ближе кривая пограничного контраста к идеальной, тем меньше искажений вносит объектив.

Работа по проверке этим способом большого количества киносъемочных объективов, проделанная на киностудии «Мосфильм» А. Л. Яриновской, показала достаточно удовлетворительное совпадение полученных результатов с практической оценкой качества изображения субъективными методами, что позволяет признать этот способ заслуживающим внимания наряду с методом частотно-контрастных характеристик.

Практическое снятие характеристик пограничного контраста не представляет трудности и требует незначительного оборудования. Один из способов, применяемый студией «Мосфильм», заключается в съемке специального тест-объекта, показанного схематически на рис. 158 и представляющего собой равномерно освещенное отверстие диаметром 15—20 *мм*, закрытое наполовину лезвием безопасной бритвы, острие которой является границей темной и освещенной частей. Освещение такого тест-объекта осуществляется проходящим светом. Съемка выполняется на установке, схема которой приведена на рис. 159, где лампа *1* через конденсатор *2* освещает тест-объект *3*, находящийся в фокусе коллиматорного объектива *4*. Проверяемый объектив *5* установлен соосно с коллиматорным и микронасадкой *6*, через которую производится

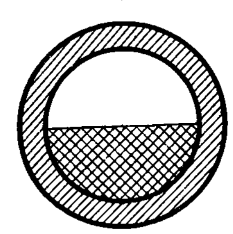


Рис. 158. Тест-объект

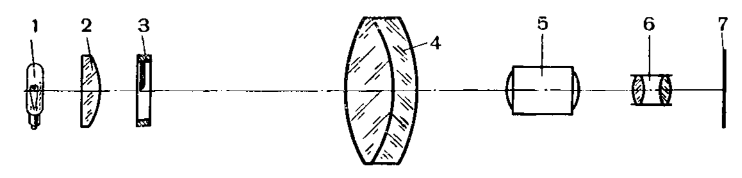


Рис. 159. Схема съемки для снятия переходной характеристики

фотографирование тест-объекта на пленку *7*. Микронасадка применяется для того, чтобы получить значительное увеличение изображения границы раздела тест-объекта в плоскости пленки и тем самым исключить влияние рассеивающих свойств эмульсионного слоя. Для объективов с фокусным расстоянием до 50 *мм* применяется насадка с увеличением около 280×, а для более длиннофокусных — 140×. Режим экспонирования при съемке выбирается с учетом получения, после обработки негатива, плотности 1,2. При последующих измерениях и пробах других объективов следует соблюдать выбранную плотность с достаточной степенью точности (±0,05) для возможности сопоставления полученных результатов.

Для измерения плотности поперек границы раздела применяется какой-либо микрофотометр с незначительным по площади полем измерения, например МФ-4, позволяющий измерять участок размером не более 0,5 × 0,5 *мм*. Измерения производятся через каждый 0,5 *мм*, и по их результатам строится график (рис. 160). По оси ординат откладываются значения измеренных плотностей, а по оси абсцисс расстояния от нуля до соответствующей точки. При этом за нуль принимается последняя точка, в которой плотность еще сохраняет свое максимальное значение. На горизонтальной оси нанесены расстояния в *мм*, измеряемые непосредственно по пленке, на которой произведена съемка теста. При оценке качества объектива по площади, ограничиваемой кривой, такое допущение может быть сделано, так как ее отношение к общей площади графика не изменяется при перемене масштаба. При оценке по углу наклона кривой следует учитывать общий масштаб получаемого при съемке изображения (объектив плюс микронасадка), в противном случае, полученные результаты могут оказаться несравнимыми для разных объективов и условий испытания. В этом отношении оценка по площади имеет преимущество, так как включает зависимость и от крутизны наклона кривой.

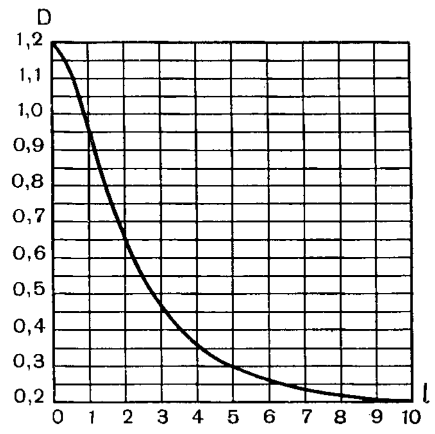


Рис. 160. Кривая пограничного контраста

Следует отметить, что изображения, полученные с применением объективов с лучшими показателями пограничного контраста, визуально всегда оцениваются как более резкие.

10. Практическая проверка объективов

Так как пока еще нет установившейся методики проверки объективов, достаточной для полного и безусловного суждения о характере и качестве даваемого ими фотографического изображения, испытание объективов на студиях обычно включает и проведение съемочной пробы. Для получения сопоставимых результатов, по которым можно не только оценить даваемое объективом изображение, но и сопоставить его по качеству и характеру с другими, пробную съемку следует производить с соблюдением ряда обязательных условий. Основное из них заключается в том, что снимаемый объект должен быть постоянным как по своему содержанию, так и по уровню и характеру освещения. Объект съемки

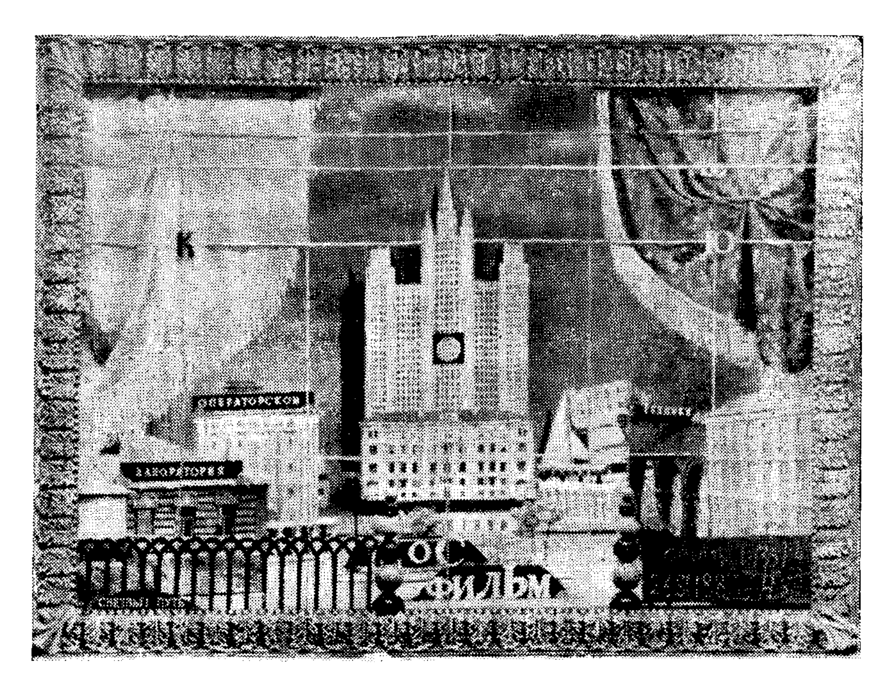


Рис. 161. Макет киностудии «Мосфильм» для испытания объективов

должен содержать достаточное количество элементов с мелкими деталями, расположенными в тенях и ярко освещенных местах; общий интервал яркости объекта должен быть достаточно большим, но вместе с тем не превышать пределов, определяемых фотографической широтой пленок, применяемых для испытания объективов. Обычно таким объектом служит постоянный макет, составленный из ряда элементов и предметов. Он расположен на постоянном месте и освещается стационарно установленными неподвижными осветительными приборами, создающими объемное освещение. Постоянство уровня освещенности обеспечивается неизменным, по величине подаваемого напряжения, режимом работы осветительных приборов. Постоянство характера освещения определяется неподвижной установкой приборов относительно объекта съемки. На рис. 161 показан такой макет, применяемый для проверки объективов на киностудии «Мосфильм».

Для съемок при практическом испытании объективов используется всегда какой-либо один сорт кинопленки, и проявление негатива ведется до постоянного значения коэффициента контрастности. Для контроля режима проявления в снятый материал обязательно впечатывается сенситометрический клин, по которому после обработки проверяется ее соответствие установленным постоянным условиям. Для получения оптимального по плотности негатива, при возможных колебаниях величины светочувствительности пленки от партии к партии, съемка производится при нескольких значениях экспозиции — одной, определяемой как оптимальная по сенситометрическим показателям пленки и с некоторыми отклонениями от нее в обе стороны. После проявления до постоянного выбранного для испытания объективов коэффициента контрастности отбирается визуально лучший по плотности негатив и с него выполняется печать позитива, также обрабатываемого до постоянного коэффициента контрастности. Такой позитив просматривается на экране и оценивается качество и характер изображения.

Кроме того, в отдельных случаях с полученного негатива делаются фотоотпечатки определенного постоянного формата, которые сохраняются для сопоставления с результатами других испытаний этого же объектива или сравнения с другими. Практически оказалось особенно удобным сопоставлять позитивные изображения на кинопленке при проекции одновременно на два экрана. Для этой цели используется два одинаковых диапроектора, установленных рядом.

В отдельных случаях аналогичные съемочные пробы производятся и на цветной пленке с соблюдением тех же условий, обеспечивающих постоянство режимов съемки, обработки негатива и печати позитива.

Визуальная оценка качества изображения, даваемого объективом в сопоставлении с результатами остальных испытаний, позволяет уверенно определить все его особенности и правильно использовать в практической работе.

1. Механизмы непрерывного транспортирования пленки

Тип аппарата	Количество зубчатых барабанов	Число зубьев на барабане	Количество оборотов барабана в минуту *	Примечание
«Конвас-автомат»	2	12	480	Барабаны в кассете
«Спутник»	1	16	360	Барабаны в кассете
«Дружба»	1	32	180	
«Мир»	1	32	180	
«Эра»	2	16 и 24	360 и 240	
СК-1	1	32	180	
«Родина»	4	16	360	
1-КСК	1	32	180	
ПСК-29	1	32	180	
ТКС-3	1	32	180	
1-КСМ	1	32	30	При частоте съемки 4 *кадр/сек*
1-КСШР	2	16	450	Барабаны в кассете
70-СК	1	40	180	
70-КСК	1	40	180	
«Панорама»	3	32	281, 25	При 25 *кадр/сек*
СКП-1	3	32	281, 25	При 25 *кадр/сек*

* Количество оборотов дано для частоты съемки 24 *кадр/сек*, кроме аппаратов для съемки панорамных и мультипликационных фильмов.

2. Грейферные механизмы

Тип аппарата	Тип грейферного механизма	Количество зубьев грейфера	Шаг грейфера, *мм*	Контргрейфер	Номера перфорации пленки, в которые входят зубья *	
					грейферы	контргрейферы
«Конвас-автомат»	Кривошипно-шатунный	1	19	Отсутствует	—1	—
«Спутник»	Кривошипно-шатунный	1	19	Отсутствует	—2	—
«Дружба»	Кривошипно-кулисный	4	19	Подвижной	4 и 5	2
«Мир»	Кривошипно-кулисный	4	19	Подвижной	3 и 4	2
«Эра»	Кривошипно-шатунный	2	19	Подвижной	1	3
«СК-1»	Кривошипно-кулисный	4	19	Подвижной	3 и 4	1
«Родина»	Кривошипно-шатунный	2	19	Подвижной	1	3
1-КСК	Кулачковый	4	19	Подвижной	3 и 4	1
ПСК-29	Кулачковый	2	19	Неподвижный	—4	—5
ТКС-3	Кривошипно-кулисный	4	19	Подвижной	4 и 5	3
1-КСМ	Кулачковый	2	19	Неподвижный	—5	1
1-КСШР	Кривошипный	2	23,75	Отсутствует	1	—
70-СК	Кривошипно-кулисный	4	23,75	Подвижной	4 и 5	2
70-КСК	Кулачковый	4	23,75	Подвижной	4 и 5	2
«Панорама»	Кривошипно-кулисный	4×3	28,5	Подвижной	3 и 4	2
СКП-1	Кривошипно-шатунный	4×3	28,5	Подвижной	3 и 4	1

* Порядковые номера перфораций отсчитываются от нижней границы кадрового окна аппарата вниз со знаком +, вверх со знаком —.

3. Кассеты

Тип аппарата	Тип кассет	Емкость кассет в *м* пленки
«Конвас-автомат»	Полуторные наружные	60 и 120
«Спутник»	Полуторные наружные	60 и 120
«Дружба»	Двойные наружные	300
«Мир»	Двойные наружные	300
«Эра»	Полуторные наружные	300
	Двойные наружные	120
СК-1	Двойные наружные	300
«Родина»	Одинарные внутренние	120 и 300
1-КСК	Двойные наружные	300
	Счетверенные	120
ПСК-29	Одинарные наружные	60 и 120
	Двойные наружные	120
ТКС-3	Одинарные наружные	150
1-КСМ	Одинарные наружные	120
	Счетверенные	120
1 КСШР	Полуторные наружные	40 и 75
70-СК	Двойные наружные	300
70-КСК	Двойные наружные	300
	Счетверенные	150
«Панорама»	Двойные наружные	300
СКП-1	Двойные наружные	300

4. Обтюраторы

Тип аппарата	Тип обтюратора	Пределы изменения угла открытия
«Конвас-автомат»	Зеркальный однолопастный	Постоянный — 150°
«Спутник»	Зеркальный однолопастный	Постоянный — 160°
«Дружба»	Зеркальный однолопастный	От 0 до 170°
«Мир»	Зеркальный однолопастный	От 0 до 170°
«Эра»	Зеркальный однолопастный	Постоянный — 170°
СК-1	Дисковый обычный	От 0 до 175°
«Родина»	Зеркальный однолопастный	От 0 до 160°
1-КСК	Дисковый обычный	От 0 до 170°
ПСК-29	Дисковый обычный	От 0 до 170°
ТКС-3	Дисковый обычный	Постоянный — 175°
1-КСМ	Зеркальный	Постоянный — 150°
	Дисковый обычный	От 0 до 150°
1-КСШР	Зеркальный однолопастный	Постоянный — 160°
70-СК	Дисковый обычный	От 0 до 175°
70-КСК	Дисковый обычный	От 0 до 160°
«Панорама»	Дисковый обычный	От 0 до 170°
СКП-1	Дисковый обычный	От 30 до 165°

5. Приводные электродвигатели

Аппарат	Тип электродвигателя	Род тока	Напряжение, *в*	Мощность на валу, *вт*	Передаточное отношение редуктора	Количество *об/мин* выходного вала	Количество *об/мин* ротора
«Конвас-автомат»	25М-8	Постоянный	6—8	6—16	5 : 29	480—2400	2400—12 000
«Спутник»	25М-15	Постоянный	6—8	20—35	2 : 9	480—1920	2160—8640
«Дружба»	1М-62	Переменный трехфазный	220	140	24 : 25	1440	1500
«Мир»	1М-55	Переменный трехфазный	220	120	—	1500	1500
«Эра»	Гистерезисный	Переменный трехфазный	36	70	—	1440	1440
СК-1	1М-49	Переменный трехфазный	220	140	24 : 25	1440	1500
	25М-12	Постоянный	24	125	16 : 25	240—1920	375—3000
«Родина»	25М-7	Постоянный	12	17—50	1 : 5	720—2880	3700—14 400
	1М-48	Переменный трехфазный	220	30	12 : 25	1440	3000
1-КСК	25М-10	Постоянный	24	20—200	1 : 1	1440—8000	1440—8000
ПСК-29	ДС	Переменный трехфазный	127/220	60	24 : 25	1440	1500
ТКС-3	ЛМ-33	Переменный трехфазный	220	60	24 : 25	1440	1500
1-КСМ	24М-5	Переменный трехфазный	220	15	1 : 200	7,5	1500
1-КСШР	25М-7	Постоянный	12	17—50	1 : 5	960—1920	4800—9600
70-СК	1М-60	Переменный трехфазный	220	140	24 : 25	1440	1500
70-КСК	25М-14	Постоянный	24	20—220	2 : 3	1440—5400	2160—8100
«Панорама»	1М-64	Переменный трехфазный	220	250	—	1500	1500
	25М-16	Постоянный	24—26	80—250	—	480—2400	480—2400

6. Устройства визирования и наводки

Аппарат	Тип визира	Лупа
«Конвас-автомат»	С зеркальным обтюратором	—
«Спутник»	С зеркальным обтюратором	—
«Дружба»	С зеркальным обтюратором и приставной	—
«Мир»	С зеркальным обтюратором и приставной	—
«Эра»	С зеркальным обтюратором	—
СК-1	Приставной, с исправлением параллакса	Для наводки по матовому стеклу
«Родина»	С зеркальным обтюратором	—
1-КСК	Приставной, с исправлением параллакса	Для наводки по пленке и матовому стеклу
ПСК-29	—	Для наводки по пленке и матовому стеклу
ТКС-3	—	Для наводки по пленке
1-КСМ	С зеркальным обтюратором	Для наводки по пленке
1-КСШР	С зеркальным обтюратором	—
70-СК	Приставной, с исправлением параллакса	Для наводки по матовому стеклу
70-КСК	Приставной, с исправлением параллакса	Для наводки по матовому стеклу и по пленке
«Панорама»	Специальный, трехобъективный	—
СКП-1	Телескопический	Для предварительной наводки по пленке

7. Основные показатели объективов с фокусными расстояниями от 16 до 300 *мм* для съемки на 35-*мм* пленке

Шифр объектива	ОКС1-16-1	ОКС1-18-1	ОКС1-22-1
Фокусное расстояние	16 *мм*	18 *мм*	22 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 3	1 : 2,8	1 : 2,8
Эффективное относительное отверстие	1 : 3,3	1 : 3,3	1 : 3,2
Предел диафрагмирования	1 : 16	1 : 16	1 : 16
Формат кадра	16×22 *мм*	16×22 *мм*	16×22 *мм*
Угол поля изображения: по вертикали	53°10′	47°50′	39°50′
Угол поля изображения: по горизонтали	69°	62°50′	53°10′
Светопропускание в центре	70%	76%	70%
Освещенность на краю кадра	14%	30%	32%
Коэффициент светорассеяния	Не более 3%	Не более 2,5%	2%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	60 *лин/мм*	60 *лин/мм*	65 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	25 *лин/мм*	25 *лин/мм*	26 *лин/мм*
Количество линз	9	8	6
Количество компонент	6	6	5
Световой диаметр первой линзы	112,5 *мм*	80,4 *мм*	24,9 *мм*
Световой диаметр последней линзы	11,3 *мм*	11 *мм*	10,9 *мм*
Задний отрезок	24,8 *мм*	22,6 *мм*	21,7 *мм*
Размеры: длина	112 *мм*	84 *мм*	32 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	134 *мм*	99 *мм*	31 *мм*
Вес без переходной оправы	1510 *г*	511 *г*	50 *г*

Продолжение

Шифр объектива	ОКС1-28-1	ОКС1-35-1	ОКС7-35-1
Фокусное расстояние	28,5 *мм*	35 *мм*	35 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 2,8	1 : 2	1 : 2,8
Эффективное относительное отверстие	1 : 2,9	1 : 2,3	1 : 3,1
Предел диафрагмирования	1 : 16	1 : 16	1 : 16
Формат кадра	16×22 *мм*	16×22 *мм*	16×22 *мм*
Угол поля изображения: по вертикали	31°50′	25°40′	25°40′
Угол поля изображения: по горизонтали	42°50′	34°50′	34°50′
Светопропускание в центре	80%	75%	83%
Освещенность на краю кадра	40%	50%	60%
Коэффициент светорассеяния	1,5%	2%	2,1%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	60 *лин/мм*	55 *лин/мм*	68 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	20 *лин/мм*	25 *лин/мм*	38 *лин/мм*
Количество линз	6	7	7
Количество компонент	4	5	5
Световой диаметр первой линзы	15,2 *мм*	20 *мм*	21,3 *мм*
Световой диаметр последней линзы	12,3 *мм*	21,4 *мм*	16 *мм*
Задний отрезок	21,2 *мм*	21,4 *мм*	21,55 *мм*
Размеры: длина	28 *мм*	30 *мм*	28 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	35 *мм*	34 *мм*	35 *мм*
Вес без переходной оправы	65 *г*	55 *г*	55 *г*

Шифр объектива	ОКС1-40-1	ОКС1-50-1	ОКС1-75-1
Фокусное расстояние	40 *мм*	50 *мм*	75 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 2,5	1 : 2	1 : 2
Эффективное относительное отверстие	1 : 2,9	1 : 2,4	1 : 2,4
Предел диафрагмирования	1 : 16	1 ; 16	1 : 16
Формат кадра	16×22 *мм*	16×22 *мм*	16×22 *мм*
Угол поля изображения: по вертикали	22°40′	18°10′	12°10′
Угол поля изображения: по горизонтали	30°50′	25°	16°40′
Светопропускание в центре	80%	70%	80%
Освещенность на краю кадра	53%	40%	74%
Коэффициент светорассеяния	2%	1,5%	2,5%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	66 *лин/мм*	60 *лин/мм*	50 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	28 *лин/мм*	40 *лин/мм*	30 *лин/мм*
Количество линз	6	6	6
Количество компонент	4	4	4
Световой диаметр первой линзы	19,2 *мм*	25,5 *мм*	37,5 *мм*
Световой диаметр последней линзы	17,8 *мм*	20,7 *мм*	36 *мм*
Задний отрезок	32,4 *мм*	32,2 *мм*	48,8 *мм*
Размеры: длина	32 *мм*	43 *мм*	65 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	36 *мм*	41 *мм*	53 *мм*
Вес без переходной оправы	70 *г*	90 *г*	245 *г*

Шифр объектива	ОКС1-80-1	ОКС1-100-1	ОКС1-150-1
Фокусное расстояние	80 *мм*	100 *мм*	150 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 2	1 : 2	1 : 2,8
Эффективное относительное отверстие	1 : 2,4	1 : 2,4	1 : 3,2
Предел диафрагмирования	1 : 16	1 : 16	1 : 11
Формат кадра	16×22 *мм*	16×22 *мм*	16×22 *мм*
Угол поля изображения: по вертикали	11°30′	9°10′	6°10′
Угол поля изображения: по горизонтали	15°40′	12°30′	8°20′
Светопропускание в центре	75%	75%	80%
Освещенность на краю кадра	63%	74%	77%
Коэффициент светорассеяния	2,0%	1,5%	1,8%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	50 *лин/мм*	50 *лин/мм*	50 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	25 *лин/мм*	30 *лин/мм*	30 *лин/мм*
Количество линз	6	6	4
Количество компонент	4	4	3
Световой диаметр первой линзы	40 *мм*	50 *мм*	53,6 *мм*
Световой диаметр последней линзы	29,6 *мм*	36,4 *мм*	29,7 *мм*
Задний отрезок	54 *мм*	64,9 *мм*	88,1 *мм*
Размеры: длина	76 *мм*	93 *мм*	98 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	60 *мм*	67 *мм*	80 *мм*
Вес без переходной оправы	295 *г*	542 *г*	620 *г*

Шифр объектива	ОКС1-200-1	ОКС1-300-1
Фокусное расстояние	200 *мм*	300 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 2,8	1 : 3.5
Эффективное относительное отверстие	1 : 3,2	1 : 4,1
Предел диафрагмирования	1 : 11	1 : 11
Формат кадра	16×22 *мм*	16×22 *мм*
Угол поля изображения: по вертикали	4°40′	3°
Угол поля изображения: по горизонтали	6°20′	4°10′
Светопропускание в центре	80%	70%
Освещенность на краю кадра	77%	87%
Коэффициент светорассеяния	1,8%	1,8%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	50 *лин/мм*	35 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	30 *лин/мм*	25 *лин/мм*
Количество линз	4	4
Количество компонент	3	3
Световой диаметр первой линзы	71,2 *мм*	85,6 *мм*
Световой диаметр последней линзы	40,1 *мм*	49,9 *мм*
Задний отрезок	119,2 *мм*	181,7 *мм*
Размеры: длина	124,5 *мм*	147 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	106 *мм*	120 *мм*
Вес без переходной оправы	1300 *г*	2030 *г*

8. Объективы с переменным фокусным расстоянием

Название объектива	«Ленар-1»	«Ленар-2»	«Фотон»
Пределы изменения фокусного расстояния	40—162 *мм*	50—200 *мм*	37—140 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 3,8	1 : 4,5	1 : 3,5
Эффективное относительное отверстие	1 : 4,4	1 : 5,8	1 : 4
Предел диафрагмирования	1 : 22	1 : 22	1 : 16
Формат кадра	16×22 *мм*	16×22 *мм*	16×22 *мм*
Угол поля изображения: по вертикали	22°40′—5°29′	18°10′—4°40′	24°26′—6°32′
Угол поля изображения: по горизонтали	30°50′—7°46′	50°—6°20′	33°08—9°
Светопропускание в центре	62%	60%	75%
Освещенность на краю кадра	64%	55%	60%
Коэффициент светорассеяния	3%	2,4%	3%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	40 *лин/мм*	35 *лин/мм*	40 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	23 *лин/мм*	25 *лин/мм*	25 *лин/мм*
Количество линз	16	16	12
Количество компонент	11	12	8
Задний отрезок	64,7 *мм*	84,2 *мм*	56,8 *мм*
Размеры: длина	235 *мм*	322 *мм*	163 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	84 *мм*	92, 8*мм*	75 *мм*
Вес с оправой	1550 *г*	3075 *г*	830 *г*

9. Основные технические показатели киносъемочных анаморфотных систем, выпускаемых в СССР *

Фокусное расстояние, *мм*	Относительное отверстие		Угол поля изображения для кадра 18,7×23,8 *мм*		Фотографическая разрешающая сила, *лин/мм*		Размеры, *мм*		Вес, *г*
	геометрическое	эффективное	вертикальный	горизонтальный	центр	край	наибольший диаметр	длина	
30	1 : 2,8	1 : 3,2	34°40′	76°50′	65	35	155	121	1730
35	1 : 2,5	1 : 3	29°54′	68°26′	52	28	95	121	1360
40	1 : 2,5	1 : 3	26°18′	61°30′	65	35	122	121	1180
50	1 : 2	1 : 2,6	21°12′	50°54′	55	28	83	103	1320
75	1 : 2	1 : 2,5	14°12′	35°12′	45	20	83	103	1750
80	1 : 2	1 : 2,6	13°20′	33°08′	52	25	98	193	2300
100	1 : 2,8	1 : 3,2	10°40′	26°46′	55	25	83	103	1670
150	1 : 3,5	1 : 4,2	7°06′	18°02′	37	20	87	255	1720
200	1 : 4,5	1 : 4,8	5°20′	13°34′	35	23	87	286	1800

* В таблице приведены основные технические показатели киносъемочных анаморфотных систем, выпускаемых в виде моноблоков или насадок к сферическим объективам. В первом случае объектив и анаморфотная система объединены в общей оправе и представляют одно нераздельное целое, во втором — анаморфотная насадка сочленяется с объективом в специальной оправе непосредственно при установке на аппарат. В оптическом отношении большей частью нет различия между моноблоками и аналогичными по фокусному расстоянию системами из насадки и объектива.

Так как габариты и вес каждой из приведенных в таблице анаморфотных систем в известной степени зависят от конструкции оправ для тех или других типов киносъемочных аппаратов, то их значения следует принимать как ориентировочные, приведенные для одного из ряда конструктивных оформлений.

10. Основные показатели объективов для съемки широкоформатных фильмов

Шифр объектива	«Кино-Руссар-10А»	ОКС2-28-1
Фокусное расстояние	28 *мм*	28 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 3,5	1 : 4,5
Эффективное относительное отверстие	1 : 3,8	1 : 5,6
Предел диафрагмирования	1 : 16	1 : 16
Формат кадра	23×52,5 *мм*	23×52,5 *мм*
Угол поля зрения: по вертикали	44°40′	44°40′
Угол поля зрения: по горизонтали	86°20′	86°20′
Светопропускание в центре	85%	79%
Освещенность на краю кадра	52%	32%
Коэффициент светорассеяния	2%	2,9%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	54 *лин/мм*	52 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	20 *лин/мм*	20 *лин/мм*
Количество линз	8	8
Количество компонент	6	5
Световой диаметр первой линзы	113 *мм*	30,8 *мм*
Световой диаметр последней линзы	20,5 *мм*	26,8 *мм*
Задний отрезок	31,3 *мм*	13,7 *мм*
Размеры: длина	109 *мм*	61 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	126 *мм*	49 *мм*
Вес без переходной оправы	900 *г*	166 *г*

Продолжение

Шифр объектива	ОКС2-40-1	ОКС-4-40-1
Фокусное расстояние	40 *мм*	40 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 3,5	1 : 3
Эффективное относительное отверстие	1 : 4	1 : 3,6
Предел диафрагмирования	1 : 16	1 : 22
Формат кадра	23×52,5 *мм*	23×52,5 *мм*
Угол поля зрения: по вертикали	32°	32°
Угол поля зрения: по горизонтали	66°30′	66°30′
Светопропускание в центре	75%	70%
Освещенность на краю кадра	15%	21%
Коэффициент светорассеяния	2%	1%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	76 *лин/мм*	72 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	32 *лин/мм*	37 *лин/мм*
Количество линз	8	8
Количество компонент	6	6
Световой диаметр первой линзы	113,36 *мм*	69,4 *мм*
Световой диаметр последней линзы	19,5 *мм*	19,7 *мм*
Задний отрезок	43,4 *мм*	39,8 *мм*
Размеры: длина	126 *мм*	77 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	132 *мм*	79 *мм*
Вес без переходной оправы	1404 *г*	412 *г*

Продолжение

Шифр объектива	ОКС2-56-1	ОКС1-56-1
Фокусное расстояние	56 *мм*	56 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 2,5	1 : 3
Эффективное относительное отверстие	1 : 2,9	1 : 4
Предел диафрагмирования	1 : 22	1 : 22
Формат кадра	23×52,5 *мм*	23×52,5 *мм*
Угол поля зрения: по вертикали	23°12′	23°12′
Угол поля зрения: по горизонтали	50°12′	50°12′
Светопропускание в центре	75%	75%
Освещенность на краю кадра	34%	32%
Коэффициент светорассеяния	1,8%	3,6%
Фотографическая разрешающая сила: в центре	57 *лин/мм*	57 *лин/мм*
Фотографическая разрешающая сила: на краю	26 *лин/мм*	26 *лин/мм*
Количество линз	7	7
Количество компонент	5	4
Световой диаметр первой линзы	37,1 *мм*	23,7 *мм*
Световой диаметр последней линзы	31,5 *мм*	21,6 *мм*
Задний отрезок	35,2 *мм*	39,2 *мм*
Размеры: длина	45 *мм*	35,5 *мм*
Размеры: наибольший диаметр	57 *мм*	40,5 *мм*
Вес без переходной оправы	225 *г*	101 *г*

Шифр объектива	ОКС4-75-1	ОКС2-100-1
Фокусное расстояние	75 *мм*	100 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 2,8	1 : 2,8
Эффективное относительное отверстие	1 : 3,2	1 : 3,2
Предел диафрагмирования	1 : 16	1 : 22
Формат кадра	23×52,5 *мм*	23×52,5 *мм*
Угол поля зрения { по вертикали / по горизонтали	17°30′ / 38°30′	13°10′ / 29°20′
Светопропускание в центре	78%	84%
Освещенность на краю кадра	46%	42%
Коэффициент светорассеяния	2,7%	1,4%
Фотографическая разрешающая сила { в центре / на краю	51 *лин/мм* / 23 *лин/мм*	57 *лин/мм* / 26 *лин/мм*
Количество линз	7	6
Количество компонент	4	4
Световой диаметр первой линзы	27,1 *мм*	48,9 *мм*
Световой диаметр последней линзы	23,3 *мм*	38,7 *мм*
Задний отрезок	53,4 *мм*	57,9 *мм*
Размеры { длина / наибольший диаметр	55 *мм* / 45 *мм*	88 *мм* / 66 *мм*
Вес без переходной оправы	120 *г*	470 *г*

Шифр объектива	ОКС1-150-1	ОКС1-200-1	ОКС1-300-1
Фокусное расстояние	150 *мм*	200 *мм*	300 *мм*
Полное относительное отверстие	1 : 2,8	1 : 2,8	1 : 3,5
Эффективное относительное отверстие	1 : 3,2	1 : 3,2	1 : 4,1
Предел диафрагмирования	1 : 11	1 : 11	1 : 11
Формат кадра	23×52,5 *мм*	23×52,5 *мм*	23×52,5 *мм*
Угол поля зрения { по вертикали / по горизонтали	8°50′ / 19°10′	6°30′ / 15°	4°20′ / 10°
Светопропускание в центре	80%	80%	70%
Освещенность на краю кадра	77%	77%	87%
Коэффициент светорассеяния	1,8%	1,8%	1,8%
Фотографическая разрешающая сила { в центре / на краю	50 *лин/мм* / 30 *лин/мм*	50 *лин/мм* / 30 *лин/мм*	35 *лин/мм* / 25 *лин/мм*
Количество линз	4	4	4
Количество компонент	3	3	3
Световой диаметр первой линзы	53,6 *мм*	71,2 *мм*	85,6 *мм*
Световой диаметр последней линзы	29,7 *мм*	40,1 *мм*	49,9 *мм*
Задний отрезок	88 *мм*	119,2 *мм*	181,7 *мм*
Размеры { длина / наибольший диаметр	98 *мм* / 73 *мм*	124,5 *мм* / 106 *мм*	147 *мм* / 120 *мм*
Вес без переходной оправы	620 *г*	1300 *г*	2030 *г*

ЛИТЕРАТУРА

1. Блюмберг И. Б., Обработка кино- и фотопленок, Госкиноиздат, 1950.
2. Блюмберг Я. И., О влиянии светорассеяния в киносъемочных аппаратах и объективах на качество изображения.—Научно-технический бюллетень научно-технической секции Ленинградского Дома кино, 1956, № 1.
3. Вейзе Г., Киносъемочная камера, перевод с немецкого под редакцией проф. Голдовского Е. М., ИЛ, 1958.
4. Волосов Д. С., Печатникова Ш. Я., Оптика анаморфотных киносъемочных насадок «НАС» («Бифокатор»).—«Техника кино и телевидения» (ТКиТ), 1957, № 3.
5. Волосов Д. С., Современное состояние фото- и кинооптики в СССР и ближайшие пути ее развития.— Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии Академии наук СССР, т. 3, 1958, № 1.
6. Волосов Д. С., Новые разработки кинооптики и ближайшие задачи в этой области.— ТКиТ, 1959, № 9.
7. Гальперин А. В., Глубина резко изображаемого пространства при кино- и фотосъемке, «Искусство», 1958.
8. Голдовский Е. М., Принципы панорамного кинематографа и пути его решения в СССР.— ТКиТ, 1957, № 6.
9. Голдовский Е. М., Проблемы панорамного и широкоэкранного кинематографа, «Искусство», 1958.
10. Голдовский. Е. М. Выбор параметров советской системы круговой кинопанорамы.— ТКиТ, 1960, № 12.
11. Голдовский Е. М., От немого кино к панорамному, Изд-во Академии наук СССР, 1961.
12. Голдовский Е. М., Принципы широкоэкранного кинематографа, «Искусство», 1962.
13. Голдовский Е. М., Новые системы кинематографа в СССР, «Искусство», 1962.
14. Голод И. С., Киносъемочная аппаратура, Госкиноиздат, 1951.
15. Гордийчук И. Б., Киносъемочный аппарат «Конвас-автомат».— ТКиТ, 1958, № 4.
16. Гордийчук И. Б., Новая техника кинематографии.— ТКиТ, 1960, № 9.
17. Гордийчук И. Б., Состояние производства киноаппаратуры в СССР.— ТКиТ, 1962, № 9.
18. Гордийчук И. Б., Киносъемочный аппарат «Эра».— ТКиТ, 1963, № 9.
19. Гребенщиков И. В., акад., Власов А. Г., Непорент Б. С., Суйковская Н. В., Просветление оптики, Огиз, Гостехиздат, 1946.
20. Лапаури А. А., Фотографическая оптика, «Искусство», 1955.
21. Матисон В. Н., Алексеев В. В., Трусько В. Л., Киносъемочный аппарат УС-1.— ТКиТ, 1960, № 2.
22. Никитин С. И., Соснов А. А., Ручной киносъемочный аппарат 1-КСШР для 70-*мм* пленки.— ТКиТ, 1962, № 9.
23. Новик Ф. С., Широкоэкранная приставка к киносъемочному аппарату «Конвас-автомат».— ТКиТ, 1958, № 7.
24. Новик Ф. С., Киносъемочные объективы для 35-*мм* пленки.— ТКиТ, 1959, № 5.
25. Новик Ф. С., Глотова Л. М., Об измерении коэффициента светорассеяния киносъемочных объективов.— ТКиТ, 1960, № 8.
26. Новик Ф. С., Оптические визиры киносъемочных аппаратов.— ТКиТ, 1961, № 12.
27. Новик Ф. С., Новый Государственный стандарт на киносъемочные объективы для 35- и 70-*мм* кинофильмов.— ТКиТ, 1963, № 8.
28. Омелин В. И., Съемочная панорамная камера СКП-1.— ТКиТ, 1957, № 11.
29. Персидский Л. Н., Установка противоореольных решеток на матовых стеклах аппаратов «Конвас-автомат» и «Камефлекс».— ТКиТ, 1961, № 8.
30. Пелль В. Г., Методика определения эффективного относительного отверстия киносъемочных объективов.— ТКиТ, 1958, № 8.
31. Песчанский О. В., Особенности киносъемочной установки «Кругорама».— ТКиТ, 1959, № 6.
32. Проворнов С. М., Детали и механизмы киноаппаратуры, Госкиноиздат, 1947.
33. Разумовский А. П., Лазников В. Т., Киносъемочный аппарат для комбинированных и мультипликационных съемок.— ТКиТ, 1961, № 4.
34. Резников О. И., Новые методы и приборы для проверки киносъемочных аппаратов.— ТКиТ, 1958, № 11.
35. Резников О. И., Опыт конструирования автоколлиматоров для разметки и проверки дистанционных шкал киносъемочных объективов.— ТКиТ, 1958, № 1.
36. Резников О. И., Разумовский А. П., Приборы для контроля киносъемочных аппаратов.— ТКиТ, 1963, № 10.
37. Толчан Я. М., Киносъемочная аппаратура, Госкиноиздат, 1950.
38. Усышкин Е. И., Сажин Л. И., Новые системы электропривода для кинематографии.— ТКиТ, 1963, № 5.
39. Шмидт Г. А., Киносъемочный аппарат 1-КСК для скоростных и комбинированных съемок.— ТКиТ, 1959, № 8.
40. Яриновская А. Л., Испытания киносъемочной оптики в условиях киностудий.— ТКиТ, 1958, № 2.
41. Яриновская А. Л., Киносъемочные объективы и критерий резкости.— ТКиТ, 1961, № 4.
42. Анаморфотный киносъемочный блок типа 35БАС 10-1.— ТКиТ, 1963, № 2.
43. Киносъемочный аппарат «Мир» (модель 3-КСС).— ТКиТ, 1962, № 2.
44. Киносъемочный аппарат 1-КСШР.— ТКиТ, 1962, № 3.
45. Киносъемочный объектив «Кино-Руссар-10А».— ТКиТ, 1963, № 4.
46. Киносъемочная техника, Сб. под ред. проф. Е. М. Голдовского, Госкиноиздат, 1952.
47. Круговая кинопанорама в Москве.— ТКиТ, 1959, № 6.
48. Новая техника в кинематографии, Проспект. ВДНХ СССР, 1961.
49. Новое в киноаппаратуре, Справочник-каталог ЦБТИ Мосгорсовнархоза, 1959.
50. Новое в кинотелеаппаратуре, Отдел техинформации МКБК Мосгорсовнархоза, 1960.
51. Новый киносъемочный аппарат «Спутник».— ТКиТ, 1962, № 8.
52. Объектив «Ленар-2».— ТКиТ, 1963, № 9.
53. Оптика в военном деле, Сб. статей под ред. акад. С. И. Вавилова и проф. М. В. Севастьяновой, Изд-во Академии наук СССР, 1945.
54. Разработка техники панорамного кинематографа, Труды НИКФИ, вып. 9, 1957.
55. Ручная кинокамера в художественном фильме.— ТКиТ, 1961, № 6.
56. Синхронный киносъемочный аппарат «Эра».— ТКиТ, 1963, № 1.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Гордийчук Игорь Борисович

СОВЕТСКАЯ КИНОСЪЕМОЧНАЯ АППАРАТУРА

М., «Искусство», 1966, 320 стр. с илл., 6П 97

Редактор Н. Н. Жердецкая. Оформление художника Г. Я. Нагорянского. Художественный редактор Е. Е. Смирнов. Технические редакторы Р. П. Бачек и Н. Я. Мурашова. Корректоры: З. П. Соколова и Г. И. Сопова.

Подписано к печати 4/V 1966 г. Формат бумаги 60×90 1/16. Печ. л. 20. Уч.-изд. л. 19,827. Изд. № 16403. А13922. Тираж 6500 экз. Цена 1 р. 17 к. Зак. № 35. «Искусство», Москва, И-51, Цветной бульвар, 25

Московская типография № 16 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Москва, Трехпрудный пер., 9